د. غازي ابو شقرا

العلوم المتكاملة

طبيعتها ونماذج تطبيقية في تعلّمها



معهد الانماء العربي

العلوم المتكاملة ٣

العلوم المتكاملة
طبيعتها ونماذج تطبيقية في تعلّمها

دراسات العلوم المتكاملة

٣

علم البيئة

العلوم المتكاملة

طبيعتها ونماذج تطبيقية في تعلّمها

د. غازي أبو شقرا

معهد الانماء العربي

فرع لبنان



المركز الرئيسي : ص.ب : ٨٠٠٤ طرابلس - ج.ع.ل.
فرع لبنان : ص.ب : ١٩/٥٣٠٠ بيروت

الطبعة الأولى - بيروت ١٩٧٧

الأهداف
والمفاهيم العامة

البــاب الأولــــ

الأهداف والمفاهيم العامّة المبتغاة من تدريس العلوم المتكاملة

أ ـ لمـــاذا التكامل ؟

(١) من الملاحظ أن المفاهيم التقليدية التي كانت سائدة في تدريس العلوم ومختلف الحقول التي تمتّ إليها بصلة ، قد تجاوزتها التجارب التربوية الحديثة بحيث أصبح من الضرورة بمكان أن نحيط بمختلف المواضيع بقالب يختلف من حيث الشكل والمضمون عمّا كان سائداً من ذي قبل في العلوم العامـــة (General Science) حيث كانت المواضيع المدرّسة منفصلة ، مقطّعة الأوصال وأحياناً متنافرة حيث كنا نجد إلى جانب موضوع في العلوم الفيزيائية (الطبيعة والكيمياء) موضوعاً في علم الأحياء (البيولوجيا) وآخر في علم طبقات الأرض (الجيولوجيا) دون أدنى ترابط أو سعي لإيجاد الوشائج أو المكمّلات وأوجه الشبه وربط كل ذلك بحاجة الكائن المتربّي (الطالب) وحاجة بيئته ومجتمعه ، والنفع (Pragmatism) الذي يجنيه من دراسته للعلوم المختلفة .

من هنا برزت الحاجة إلى تبنّي تكامل العـــلوم(Integration) في مرحلة الدراسة المتوسطة أو الإعدادية ، لأن التكامل هو المدخل الطبيعي للمعرفة العلمية ، كما أن علم النفس يؤكد أن نظرة الطالب في هذه المرحلة من دراسته هي نظرة تكاملية .

(٢) إذا استعرضنا ما آلت إليه اجتماعات الخبراء (خاصة في الاسكندرية في صيف ١٩٧٥) حيث تبرّز التوصية للأخذ بالمدخل البيئي (Ecological approach) الذي يؤكد على المفاهيم الأساسية الإجرائية مثل التوازن، التغير، التفاعل البيئي، الطاقة، الأنماط، (كما توصي اللجنة بإعداد كتب للمعلمين تبرّز كيفية دراسة هذه المواضيع).

(٣) كما أنه يتطلب التركيز لتحديد الأغراض السلوكية لكل وحدة منهجية من وحدات المنهاج، بحيث تقوم الدراسة على أساس نشاط الطالب وفاعليته وإيجابيته في إطار البيئة، فالكائن المتربي ليس بوعاء يملأ بالمعلومات، أو طينة لدنة نكيّفها حسب إرادة الراشدين دون الإلمام بالحاجات الحقيقية لهذا الكائن النامي. من هنا يبرز دور العنصر الفاعل في التربية المعرفية، وهو الطالب نفسه الذي هو هدف التربية وليس الكتاب أو المنهاج أو المعلم .. أو المادة العلميّة كما كانت الحال السائـــدة.

(٤) الاتجاهات التربوية الحديثة اتفقت على اعتبار المادة الدراسية والمعرفة هدفاً ثانوياً، أو وسيلة لبلوغ أهداف أسمى من شأنها التركيز على تنمية عمليات التفكير وتعميقها. (فاعلية العلم بدل اسميّته) بحيث يبرز دور المشاهـــدة (Observation) والقياس والاستنتاج والافتراض والتخطيط، واتخاذ القرارات والابتكار. هذا إلى جانب «اجتماعية» العلم، أي ربط العلم بالبيئة والمجتمع للإسهام في حل المشكلات والتحديات الدائمة والمستمرة للتكيُّف مع أنماط الحيـــاة المستقبلية.

(٥) التركيز على مساعدة المربين للتلامذة على «تحقيق ذواتهم» وتفكيرهم المستقلّ والمسؤول بحيث تُستبدل «الأدمغة المستودعات»

وعملية « الاستفراغ » على ورقة الامتحان للمواد التي لم يحصل تمثيلها (Assimilation) لأنهـا حُفظت وحُشرت في المخيّلة ، مطاردة لشهادة تكون أحياناً ورقة الخلاص . لكنها لا تسهم في خلق كائن متكامل يعي مسؤولياته وينبري لحلّ معضلات مجتمعه لانتفاء التفاعل المفروض أن يقوم بينه وبين المعلومات التي درس أو تلقّى . فالطالب إذن في هذا المفهوم هو العنصر الفاعل وليس العنصر الخامل كما كانت الحال السائدة في تربية « التلقين » والتحفيظ ...

فلسفة التكامل

إن النظرة الكليّة الشاملة للموجودات في الطبيعة الحيّة والخامدة الجامدة على حدّ سواء ، تكون أكثر ملاءمة للكائن المتربي في هذه المرحلة الإعدادية أو المتوسطة من مراحل دراسته ، للإحاطة بالمشاكل التي تعترضه والسعي لكشف أسرارها والتأقلم معها بغية تسخيرها لخدمته وخدمة مجتمعه .

(أ) ان النظرة الكلية أو « الغشتالتية » غير الجزئية للوجود ، تسود سعياً وراء التكاملية بإذابة الحواجز الظاهرية وإزالتها قدر المستطاع من بين العلوم المختلفة بحيث تحلّ مكان العلوم المتعددة والمنفصلة (Pluridisciplinarity) العلوم المتداخلة ، المندمجة والمتكاملة (Multidisciplinarity & Interdisciplinarity) ، من هنـا كان السعي لإيجاد التكامل بين الرياضيات واللغـة (كما هي الحـال في فرنسا) وبين العلوم الفيزيائية (الطبيعـة والكيمياء) ومختلف العلوم البيولوجية والجيولوجيا والفلك (مشاريع

نافيلد« Nuffield » و « Scisp » في بريطانيا ، والمشروع الاسكوتلندي لتكامل العـلوم ، والمشاريع الأميركيـة (١٧ مشروعاً) : « I.S.C.S. » مثـلاً ، وبعض المشاريع الأخرى في القارتين الافريقية والآسيوية ، إذ يتعسّر على الطالب في هذه المرحلة الاكتناه بأين تبتدىء الظاهرة الفيزيائية وأين تنتهي الظـاهرة البيولوجية ، بل يرى في البيئة كلاً لا يمكن فصم عُراه .

(ب) لم تعد هنالك من حواجز وفواصل في البيئة الواحدة بل هنالك تشابه وتداخل ومكمّلات . فالبيئة البحرية أو الاقيانوسية مثلا كل العوامل الفيزيائية البيئية الطبيعية ، تتضافر فيها لتكوّن محصلة من شأنها خلق ظروف حياتية معينة لنمط من الكائنات .

(ج) لم تعد هنالك تعددية في علم الأحياء (النبات – الحيوان) بحيث قرّرت وحدة عالم الأحياء بحيث تحوّل التصنيف إلى كائنات تملك الغشـاء النووي (Eucaryote) وكائنات لا تملكه كالبكتيريا (Procaryote) والتي كانت الحيرة تمتلك العلماء عند وضعها في السلّم التصنيفي للكائنات الحية ، أهي حيوانية أم نباتية مثـلاً كما أن الفيروسات (Virus) أصبحت تُشكل الجسر الذي يربط الكائنات الحية بالكائنات الحامدة. (inerte corpuscules)
لأن سلوكها داخل الأجسام الحيّة يشبه البكتريات ، وخارجها كالجزيئات . والفيروس هو عبارة عن جُزيء (Molecule) من الـ (D.N.A) (الحِمْضُ النوويّ المُختَزَل) .

---

(١) SCISP : Schools Council Integrated Science Project.

(٢) I.S.C.S : Intermediate Science Curriculum Study.

(د) ان ارتباط العلوم بالمشكلات الواقعية التي يحياها الطالب يفرض ، عند إيجاد السُبل لحلول لها ، اعتماد التفكير المتشعب الإبداعي ، الذي يجب أن يبدل التفكير المحدّد أو المقيّد الذي كانت تفرضه فلسفة مناهج العلوم التقليدية البحث عن جواب أو حل واحد لمشكلةٍ بالذات .

(هـ) الخلاص من التكرار الذي يسود عادة مناهج العلوم المنفصلة أو المجزّأة وضياع الوقت وتأفف الطلبة المتفوقين .

(و) ان شمولية وَسعَة المنهج المتكامل تبعثان لدى المدرّس حافزاً لتشعب معرفته والسعي لتثقيف نفسه المستمر ، فيبتعد عن الدوامة والروتينية في أداء رسالته — مهنته .

(ز) ارتباط مناهج العلوم المتكاملة بالبيئة يشجع الطالب على استخدام المفاهيم والمبادىء العلمية ويبرز هنا دور الدارس في تطوير مجتمعه وحلّ مشكلاته .

(ح) تدريس العلوم المنفصلة يجعل الكثيرين يعتقدون ان التفكير العلمي في اتجاهاته يقتصر على كتب العلوم والمناهج فقط . بينما يسعى تدريس العلوم المتكاملة لخلق الشعور العميق بالإيجابية والمسؤولية في حلّ مشكلات المجتمع (مجتمعية التعليم) خارج المدرسة حيث كانت تتقوقع المعرفة (الجدار الذي كان يفصل المدرسة عن المجتمع) .

(ط) في البلدان النامية . ترتبط العلوم المتكاملة بمشكلات البيئة والمجتمع ، آنياً ومستقبلياً . بمشاريع التنمية أكثر من العلوم المجزّأة (التنسيق بين مدرسي العلوم ودوائر التنمية في البلدان

مشاريع الري ، والتشجير وتجفيف المستنقعات ، واستخدام أوجه الطاقة المختلفة ودراسة التلوّث وآثاره على البيئة) .

(ي) يصبح الطالب أكثر تحسساً بمشكلات مجتمعه ، وعنصراً فاعلا أكثر منه منفعلاً ، وأكثر تكيفاً مع حاجات مجتمعه بحيث يخرج من « برج عاجيته » وتقوقعه .

(ك) يؤمّن تدريس العلوم بصورة متكاملة وَفراً من جهة الاقتصاد التربوي ، إذ يتعيّن عند ذلك إعداد نمط من المدرّسين قادرين على الإحـــاطة بكافة المواضيع ونوع موحّد من المختبرات غير المتخصّصة في الفيزياء والكيمياء والجيولوجيا والعلوم البيولوجية.. كذلك هي الحـــال بالنسبة « للتقـــويم » (Evaluation) ، إذ يتعين إجراء صنف معين من الامتحانات بحيث تُسبر أغوار ثقافة الطالب ومدى « هضمه » و « تمثيله » للمعلومات وإيجاد الترابط بينها عوض اللجوء إلى مسابقات في حقول العلوم المختلفـــة المنفصلـــة .

(ل) يتحوّل دور المعلم في هذا النمط من تدريس العلوم ، إلى مرشد أو موجّه بدل القائد والمنفّذ ، بحيث تدور العملية التربوية حول الطالب الذي هو هدف التربية ، أكثر ما تدور حول المعلّم ، فيتعلّم الطالب بنفسه من التجربة والخطأ والتصدّي للمعضلات المختلفـــة .

(م) يتحوّل دور المختبر أو المعمل من مكان لإثبات معلومات أو معرفة سابقة ، إلى مكان تُثار فيه المشاكل فتجـــد الحلول الملائمة لها فتتحوّل إلى مشغل بكل ما لهذه الكلمة من معنى حيث يسهم المدرّس والتلاميذ بإنتاج بعض الوسائل التربوية . ولم يعد دور

المختبر تابعاً للدراسة كما كانت الحـــال السائدة ، بل أصبح متكاملاً معها ، إذ ليس هناك انفصال بين النظري والعملي أو بين الفكر واليد ، فالوسائل التربوية المختلفة ، ومنها الشرائح وآلات العرض البصرية وجميع الأعتدة المخبرية ، تُعتبر امتداداً للعقل البشري كاليدين تماماً .

— Over head projector, Retroprojecteur ;
— Transparents
— Projection Apparatus

ب ـ كيف يتمّ التكامل والمفاهيم التي يمكن أن تســـود في الدراســـة العـــلميـــة ؟

إن مناهج العلوم العامة وُضعت بالأصل للطلبة غير المتخصّصين وأحياناً للطلبة غير المتفوقين أكاديمياً أو كفاءة ، وكانت هذه المناهج تؤكد على تجميع المعلومات والإكثار منها وتحفيظها ، وليس عـــلى عمليات الاستكشاف وطرق التفكير كما تركز عليه المناهج المتكاملة الحـــديثة .

إن هنالك مداخل متعددة لبناء مناهج متكاملة في العلوم طُبِّقت في البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء ، فنجحت حيناً وأخفقت أحياناً ، إذ أنه يتعيّن قبل الأخذ بها تعيين « درجة التكامـــل » (Level of Integration) الذي نريد (تكامل جزئي بين الفيزياء والكيمياء مثلاً ، أو أكثر شمولية مثل تكامل الفيزياء والكيميـــاء والجيولوجيا وعلم الأحياء ، أو تكامل العلوم الطبيعية بمجموعها مع الرياضيات ، أو تكامل العلوم الطبيعية مع العلوم الإنسانية ككل) ...

وهنالك أنماط مختلفة من المداخل سنعرضها على سبيل الحصر :

١ ـ مدخل العمليات العقلية

ومن شأنه إنماء الوصف والقياس والملاحظة والمقارنة والتحليل والافتراض والاستنتاج والتنبؤ عند الطلبة بحيث تتدرَّج مرحلياً من الأبسط إلى الأصعب .

٢ ـ مدخل المفاهيم أو المُدْرَكات

يؤكد منهج العلوم المتكاملة على بعض المفاهيم الأساسية التي تنبع من العلوم المختلفة ، وتكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بحياة الطالب بحيث يمكن استخدامها خارج المدرسة أكثر من الحقائق العلمية التي كانت تسود في مناهج العلوم المنفصلة .

وتكفي للطالب الإحاطة ببعض هذه المفاهيم واكتناهها بتعمُّق عوضاً عن حشو ذاكرته بالبرامج المتخمة بالمعلومات .

٣ ـ مدخل المشكلات المعاصرة

يتعين هنا أمر الإحاطة بالمشكلات الممكنة الحدوث والمتوقعة لبيئة الطالب ومجتمعه بحيث تعرض هذه المشكلات ليس على الطلاب وحدهم بل على المواطنين العاديين لحثّهم على التفكير والبحث والمناقشة نُشداناً لإسهامهم في وضع الحلول المناسبة لها ، ومنها التزايد السكاني ، استغلال الثروات الطبيعية ، تلوُّث البيئة ، الغذاء والصحة ، أزمة المواصلات ، التدخين والمشروبات الروحية ، أزمة الإسكان ، هجرة الريف ..

وهنالك مداخل أُخرى مثل مدخل العلوم التطبيقية ، ومدخل

المشروع ، ومدخل الظواهر الطبيعية .

ويعتبر مدخل البيئة (Environnemental approach) من المداخل المهمة . ويؤكد هذا المدخل على ربط ما يدرسه الطلاب في مدرستهم بالبيئة التي يحيون فيها . وهنا تظهر إمكانية تطبيق المواد النظرية في الحياة العملية . ويبرز هنا أيضاً ، الدور الوظيفي للطلاب خارج المدرسة .

خاتمة

تجدر الإشارة أن مفهوم تدريس العلوم بصورة متكاملة ، أصبح حاجة أو ضرورة في المرحلة الإعدادية أو المتوسطة (وبصورة مبدئية في المرحلة الإبتدائية) ، أما في المرحلة الثانوية حين يُستنسَب التشعب بغية التوجيه التخصُّصي ، فمن الأنسب الإبقاء على العلوم المنفصلة مؤقتاً ، نظراً لتخصُّص نوع معين من المربّين بإعطاء مواضيع تمتّ لاختصاصه بصلة وتصعب عليه الإحاطة بمختلف المواضيع سعياً لتكاملها .

الأهداف التربوية المتوخاة من تدريس العلوم بقالب بيئي (Ecological approach) في دور المعلمين وأهمية تدريب المدرسين بغية تحقيق هــذه الأهــداف

(*) توصيات المنظمة العربية للعلوم والتربية والثقافة .

من الملاحظ بعد إمعان النظر في مختلف السلاسل المدسية للعلوم البيولوجية والطبيعية ، التي كانت تتّبع ، ولا تزال ، في مدارسنا الإعدادية والثانوية ، بأنها تتمحور حول السرد النظري والتصنيف (Systematic) للكائنات الحية بحيث تعتمد الدراسة الوصفية (Monography) بشكل رئيسي ، وتشمل مبادىء التشريح (Anatomy) ومبادىء الفيزيولوجيا أو الوظائف الحياتية ، ومن ثم المبادىء البيولوجية التي تتطرّق إلى التكاثر ، ومساكن وعادات هذه الكائنات الحيّة .

كما أن الطريقة التي كانت تُعرض بها هذه المعلومات ولا تزال ، تعتمد مثالاً من فريق حيواني أو نباتي ، والإحاطة بشكل مستفيض بالتفاصيل المتعلقة بالمورفولوجيا (علم الهيئة أو الشكل) والدقائق التشريحية ، ثم الإحاطة بالكائنات المشابهة في العائلة الحيوانية أو النباتية

لبلوغ الخصائص العامة للمجموعات الحيوانية والنباتية طوال السلّم التصنيفي للكائنات الحية .

ومن الملاحظ أيضاً ، ان المواضيع المُدرّسة كانت منفصلة مقطّعة الأوصال وأحياناً متنافرة .

إن هذه المفاهيم التقليدية في تدريس العلوم ومختلف الحقول التي تمتّ إليها بصلة ، قد تجاوزتها التجارب التربوية الحديثة . وأصبح من الضرورة بمكان أن نحيط بهذه المواضيع بقالب آخر بحيث تنبع هذه الدراسات من البيئة المحيطة بالطالب ، وتلبّي حاجاته وحاجات مجتمعه الدائمة التغيير مراعاةً لسُنّة التطوّر والإبداع .

كما أن النظرة الكليّة للموجودات في الطبيعة الحيّة والخامدة على حد سواء ، تكون أكثر ملاءمة للكائن المتربي في هذه المرحلة الإعدادية والمتوسطة من مراحل دراسته ، للإحاطة بالمشاكل التي تعترضه والسعي لكشف أسرارها والتأقلم الدائم والمستمر معها وتسخيرهـــا في خدمته وخدمة مجتمعه .

وهذه النظرة الكلية « الغشتالتية » غير الجزئية للوجود تسود سعياً وراء التكاملية بإذابة الحواجز الظاهرية وإزالتها قدر المستطاع بين العلوم المختلفـــة .

لذلك كان السعي الدائب لإيجاد التكاملية بين الرياضيات واللغة ، كما هي الحال في فرنسا ، وبين العلوم الفيزيائية (الطبيعة والكيمياء) ومختلف العلوم البيولوجية أو الحياتية حين يتعسر على المرء أن يرى أين تبتدىء الظاهرة الفيزيائية وأين تنتهي الظاهرة البيولوجية ، بل يرى في البيئة كلاً لا يمكن فصم عراه .

إن فلسفة التكامل أو السعي الحثيث لإيجاد المكمّلات وأوجه الشبه والإضافات الفكرية بغية تحقيق التعددية في الوحـــدة حسب التعبير الرياضي المجتمعي . هذه الفلسفة هي رائدة في يومنا الحاضر . تنطبق على استخدام الرياضيات العصرية . وليس « الحديثـــة » . إذ أنها قديمة قدم العقـــل البشري والفكر البشري الارسطاطاليسي والفيتاغوري والزينوني الرواقي . في حلّ المعضلات والمشاكل — كل المعضلات والمشاكل على مستوى الأبحاث العلمية في جميع الميادين البيولوجية والاقتصادية المجتمعية والعلوم البحتة (Pure science) .

كذلك هي الحال في علم البيئة (Ecology) إذ لم يَعُد هناك من حواجز وفواصل بين الظواهر الفيزيائية والظواهر البيولوجية في البيئة الواحدة . فإذا أخذنا البيئة المائية البحرية أو الاقيانوسية مثـــلاً . والتي تُعتبر أرحام الحيوانات اللبونة — ومنها الإنسان — امتداداً لها . حيث يتنفس الجنين البشري بواسطة الخياشيم(Branchial respiration) في هذه البيئة الرحمية كالأسماك تماماً . ولا يستعمل رئتيه إلا بعـــد انطلاقه أو انبثاقه إلى البيئة الخارجية الواسعة بعد انحصـــاره في البيئة الرحمية الضيقة المتقوقعة . وبعدها يبدأ تكيُّف الطفل الوليد وتكييفه مع هذه البيئة كما تتكيَّف النبتة الدخيلة (Introducing Plant) مع شروط الاستنبات السائدة في بيئتها الجديدة .

إن الحيرة التي كانت تتحكّم بالباحثين عند محاولة تقرير الصفة الحيوانية أو النباتية لكائن «متُناه » في الصغر كالبكتيريا مثلاً . قد تبددت عندما أصبح التصنيف اليوم ، مرتكزاً على وجود الجـــدار النووي للخلايا (Eucaryote) أو على عدم وجوده حيث تكون الصُبغيّات أو الكروموزومات (Chromosoms) في حالة مبدّدة ومنتشرة في الجسم الخلوي كما هي الحال في البكتيريات (Procaryote) كما سبق تبيانه .

إن الفواصل التي كانت قائمة بين النباتات والحيوان قد ذابت بعد الاكتشافات المتعاقبة ، التي من شأنها إقرار وحدة عالم الأحياء والتي توجب علينا اليوم أن ننظر إلى الموجودات الحياتية من زاوية أخرى وهي الزاوية البيئية الحياتية الواحدة .

كما أن « الجسور » توالت ، فكانت الفيروسات (Virus) ، وهي الكائنات المتناهية في الصغر والتي سمح المجهر الألكتروني برؤيتها . والفيروسات مسؤولة عن العديد من الأمراض الوبائية كالجدري وشلل الأطفال والحصبة .. والأمراض النباتية ومنها السرطانية « كموزاييك » التبغ مثلاً (Mosaic Of Tabacum) . ويكون سلوك أو نشاط (Behavior, Comportement) الفيروس داخل الجسم الحي مثل البكتيريات الحية تماماً ، بينما يكون ساوكها خارج الجسم كالجزيئات (Molecules) المكونة للأجسام الصمّاء أو الخامدة .

من هنا كان السعي لإيجاد وحدة الموجودات الحيّة وغير الحيّة في الطبيعة .

هذا المفهوم الجديد لتدريس الأحياء في المرحلة الإعدادية قد حلّ مكان المفهوم الذي كان سائداً من قبلُ . وهذا المفهوم الجديد ليس ترفاً فكرياً أو « موضة دارجة » كموضة ارتداء الثياب السائدة في مجتمعات الاستهلاك المعاصرة ، بل هو حاجة فرضتها التجارب العلمية الحديثة فكانت العلوم المندمجة في البدء كالكيمياء الحياتية (Biochemistry) ، والفيزياء الحياتية (Biophysics) والجغرافيا الحياتية (Biogeography) إلى أن احتلّ علم البيئة اليوم المكانَ المرموق بين سائر العلوم الطبيعية والإنسانية على حد سواء .

المرحلية أو الخطوات المتّبعة في النظرة إلى الكائنات الحية

تنبثق الدراسة من البيئة أو المحيط الذي يحـدق بالكائن المتربي (التلميذ) للاحاطة بالمعضلات البيولوجية المختلفة والتي تتعلّق بالتصنيف (Taxonomy) والتشريح والفيزيولوجيا والوراثة (Genetics) . . . وتقودنا إلى الإحاطة بشكل متكامل بالطبيعة الواحدة بغية التعرض للمشاكل الأساسية التي تُطوّق البشرية وتحيط بها إحاطة السوار بالمعصم وهي المشاكل الاجتماعية والاقتصادية بالإضافة لمشكلة التلوّث (Pollution) التي أصبحت مشكلة العصر في البلدان النامية والمتقدمة سواءً بسواء ، وإن كانت حدّتها قد بلغت الأوج في البلدان المتقدمة وأصبحت تهدد الحياة البشرية واستمراريتها بشكل مباشر وخطر ، بحيث يذهب بعض المتشائمين من علماء البيئة إلى انطفاء (محتمل الوقوع) الحياة على سطح الكرة الأرضية في نهاية هذا القرن .

ويرجع ذلك لتراكم الملوّثات (Polluants) في الكرة الحياتية (Biosphere) وعدم تفكّكها من قبل البكتريا والفطريات (Non Biodegradable) ، ومنها الملوثات الكيميائية كالنفط ومشتقاته ، التي أصبحت تهدد استمرارية حياة الكائنات المنتجة للغذاء في الاوقيانوسات وهي « البلنكتونات النباتية والحيوانية » (Zooplancton, Phytoplancton) ، (لكنهم طوّروا في اليابان حديثاً بعض الأجهزة التي تحملها سفن خاصة والتي تخلص مياه المحيط من بضع مئات من الغالونات من الملوّثات النفطية في الساعة الواحدة ، وهذا يبشر بزوال هذا الخطر أو التخفيف من أدرانه على الأقل) .

وفي العصر الحاضر ، أسهم تقدم التكنولوجيا وتعقيدات الحياة في المدن والتي كانت نابعة منها « بخنق الحياة » وإتلافها تدريجياً .

فالملوثـــات الكيماوية كالمبيـــدات الحشرية (Insecticid, Pesticid)
والعشبية (التخلص من الأعشـــاب الضارة والطفيليـــة Herbicid)
تتراكم في التربة وتهدد اتزانها الديناميكي الحياتي ، كما أن هذه المبيدات
كانت تقضي على الحشرات الضارّة والنافعة على حد سواء (مثـــل
الـ D. D. T.) ، ويستحيل علمياً القضاء بصورة تامة وناجزة عـــلى
الحشرات الضارّة باستخدام المبيدات الكيماوية كما أثبتت التجارب
في ميادين الأبحاث الحقلية ، بينما يسهّل ذلك القضاء على بعض
الحشرات النافعة والتي من شأنها أن تهيمن طبيعياً (تعتمد الحشرات
الضارة لغذائها مثلاً) وتَحُدّ من تكاثر الحشرات الضارة وتكوّن هذه
الحشرات النافعة عنصراً مهيمناً (predators) او تغذي بيوضها الفاقسة
في يرقات الحشرات الضـــارة كـــدودة ذباب الزيتـــون
(Dacus olea) والحشرة النافعـــة تسمّى : (Opius Concolor)

لذلك كان الاتجاه اليوم باستبدال المكافحة الكيماوية التي ثَبُتَ
عدم جدواها (بل ضررها الأكيد) وإسهامها في تلوّث البيئـــة ،
بالمكافحة البيولوجيـــة (Biological War, Lutte Biologique) التي
تتوسل الإكثار من الحشرات النافعة وحمايتها ومساعدتها على الانتشار
للتخلص من الحشرات الضارة ودون الإسهام في تلوُث البيئة . وتعتمد
هـــذه المكافحة طرقاً وسُبلاً متنوعة أهمها اليوم تعقيم (Sterilisation)
ذكور الحشرات الضارّة للحدّ من تكاثرها والتخلص منها .

وعلى الصعيد البشري حصل تعقيم الرجال في بورما والهند ، الخ ..
للحدّ من الانفجار السكاني (Demographic Explosion) .

هذا بالإضافة إلى تلويث المياه بالمجارير والنفايات ومواد المعامل
والمنشآت الصناعية والمواد الكيماوية كالزئبق الذي يهدد الحياة السمكية
وحياة الإنسان الذي يقتات عـــلى الأسماك . وتلويث الهواء الجوّي
بالغازات السامة المنبعثة من السيارات والمصانع (أول أوكسيد الكربون ،

غازات الكبريت والنيتروجين) ، والمثال المشهور هو الأبخرة السوداء (Smogs) التي تغطي سماء مدينة لوس انجلوس في الولايات المتحدة ، والتي من شأنها تهديد حياة البشر في المجتمعات السكنية في المدن ، مضافاً إليهــا التلوُّث بالضجيج (Noise pollution) الذي يوهن الأعصاب ويسبّب الأمراض العصبية والنفسية في هذه الأجواء السامة والخانقة مما حدا بالمؤلف باري كومونر (Barry Commoner) في كتابه الشهير (the Closing Circle) « الدوامة » أو « الحلقة المقفلة » بأن يصرخ : « انقذوا الإنسان من الموت المؤكد ، ساهموا في مكافحة التلوُّث . إن مدنية قبائل البوشمان (Bushman) في افريقيا الوسطى الجافة ، والتي تسعى للتزوُّد بكميات ضئيلة من المياه في حفر تبعــد مئات الكيلومترات عن مكان إقامتها – هي أرقى – على بدائيتها – من مدنية الإنسان المعاصر في البيئة المرفّهة الأميركية » .

فالإنسان الذي سخّر إذن ، جميع المعطيات الطبيعية في سبيل خدمته ورفاهيته قد أسهم في الوقت نفسه في الإخلال بالتوازن الطبيعي ، إذ أصبح هو نفسه مهدّداً بالفناء إذا لم يسع للحدّ من تدخّله غير العقلاني في إفناء الحياة (قنص الطيور غير المنظم ، صيد الأسماك بالديناميت ، قطع أشجار الغابات ، استخدام المبيدات الكيماوية ومساحيق التنظيف ، إنتاج السيارات بشكل متزايد وخطير) . هذا ، بالإضافة إلى الأخطار الناجمة عن الانفجار السكاني في البلدان النامية ، وخطر الجوع الذي يخيّم عليها ، إذ أن نظرية مالتوس (Malthus) الذي ساقها في أوائل القرن والتي تتلخص بأن عدد السكان « يزداد اضطرادياً حسب تسلسل هندسي ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ... بينما تزداد الغلال الزراعية (مصدر الغذاء) بشكل تسلسلي حسابي ١ ، ٢ ، ٣، ٤، (Geometric & Arithmetic progressions) » .وفي الغالب ، يسيطر قانون الغلّة المتناقصــة الزراعية نظراً لاستهلاك الأراضي المزروعة

والمغروسة إذا لم نتدارك وبشكل علميّ أسباب هذا التناقص .

لذلك كان السعي الحثيث لاستنبات أراض جديدة واخصاب التربة بالأسمدة وتجفيف المستنقعات ، والتفتيش عن مصادر أخرى للغذاء (كالحبوب المستخرّجة من المركّبات النفطية والتي يستعملها روّاد الفضاء مثلاً) .

كل هذه الأسباب مجتمعةً حدت بالباحثين المخططين ، وبالمشرفين الحكوميين على شؤون التربية في مختلف أصقاع المعمورة على الأخذ بهذه المفاهيم العصرية وإحلال علوم البيئة في المكان الذي تستحقه في مناهج التعليم بجميع مراحله ، وحث المتربين (التلامذة والطلبة) وهم رجال الغد ، على الإحاطة بهذه المشاكل لكي ينبروا لمعالجتها قبل أن تستفحل أخطارها ويصبحون هم بدورهم لقمة سائغة للفناء أو الإفناء المضطرد والمستمر والذي أسهم إنسان القرن العشرين بإذكائه دون قصد ، إذ أن تلوُّث البيئة الطبيعية منذ ظهور الحياة البشرية إلى ربع قرن خلا ، مساوٍ لمقادير التلوُّث الذي أصاب البيئة على مستوى الكرة الأرضية بكاملها ، من ربع قرن وإلى يومنا هذا ، وينتظر أن يتضاعف من الآن وإلى السنة (٢٠٠٠) !

هذا التحدي الدائم والمستمرّ والذي من شأنه أن يجعل حياتنا على سطح الكرة الأرضية أشدّ اختناقاً ، هو الذي حدا بنا جميعاً أن نلمّ بمعطيات علم البيئة الذي أصبحت الإحاطة به ضرورة وطنية وإنسانية .

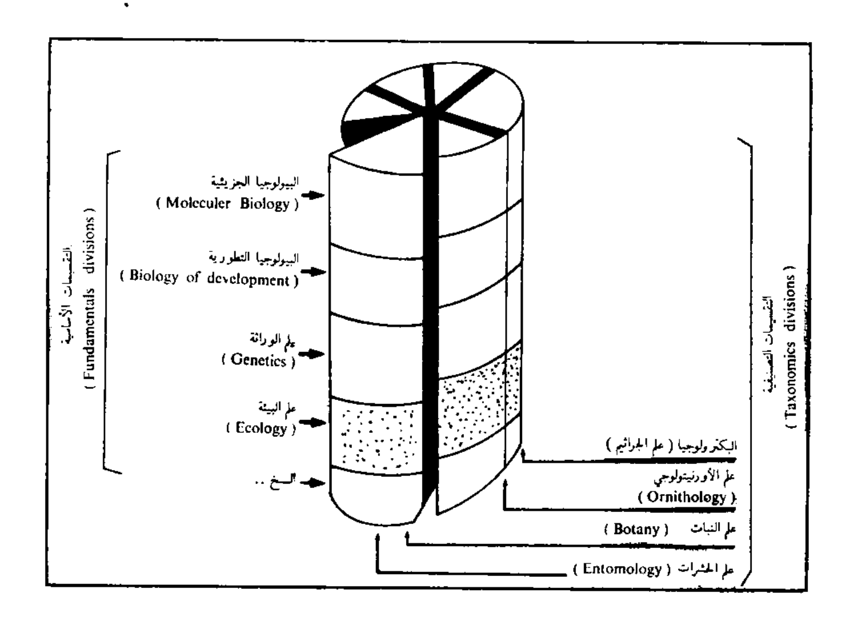
الباب الثاني

مدخل علم البيئة



أ ــ علم البيئة وارتباطه بالعلوم الأخرى :

علم البيئة هو ذلك النمط من العــلوم الذي من شأنه دراســة **العلاقات المتبادلة** بين الكائنات الحيّة نفسها (الحيوانية ومنها الإنسان والنباتية) بعضها مع البعض الآخر ، هذا من جهة ، ومن جهة أخرى ،



دراسة **التأثيرات المتبادلة** بين هذه الكائنات الحية والعوامل غير الحياتية (Abiotic factors) الناتجة عن المحيط الماديّ الذي تحيا فيه .

فإذا أخذنا الشكل الآتي ، والذي يرجع الفضل في إبرازه للمؤلّف « اودوم » (E. Odum) : (Fundamental's of Ecology) لرؤيـة المكان الذي تحتله العلوم البيئية بالنسبة للعلوم الحياتيـة الأخرى ، لرأينا أن البيولوجيا أو علوم الحياة تتمثّل في هذا الشكل الاسطواني بحيث يمكننا شطره بطريقتين مختلفتين :

١ – **شرائح أفقية** : وعندها نحصل على **التقسيمات الأساسية** التي **تشترك** فيها كل الكائنات الحيّة . ومنها على سبيل الحصر : البيولوجيا الجزيئية ، الوراثة ، البيئية ، التطوّر (Evolution) ، علم الوظائف أو الفيسيولوجيا ، الخ ...

٢ – **شرائح عمودية** : وعندها نحصل على **التقسيمات التصنيفية** التي من شأنهـا دراسة فسلجة ، وبيئـة **ووراثة مجموعة خاصة** من الكائنـات .

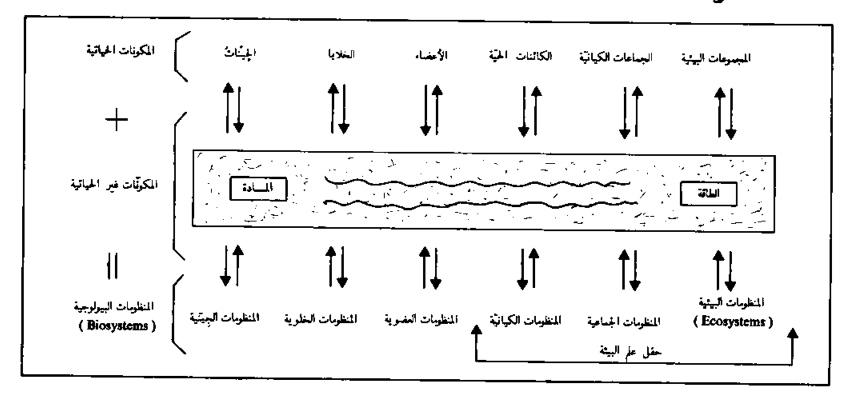
والأمثلة على هذه المجاميع الخاصة علوم الحيوان والنبات والحشرات . (Zoology) (Botany) (Entomology)

ويظهر هذا الشكل أهمية علم البيئة **كقسم أساسي** من العـلوم البيولوجية .

ب – ويبرز المؤلّف « اودوم » صورةً أخرى **لحدود** علم البيئة عندما يتكلم عن المنظومات البيولوجية (Biosystems) التي ترتكز على مبـدأ **المستويات التنظيمية** (Levels of Organisation) للكائنات

الحيّة والموجودات الأخرى غير الحيّة بحيث تتراءى الصورة وكأنها تسير **من الجزء إلى الكل** ، أو من (الأصغر إلى الأكبر) ، ويعني ذلك سلوك الطريق المؤدية من الجينات (Genes) أو « المورّثات » إلى المجموعات البيئية (Communities) مروراً بالخـــلايا فالأعضاء ، فالأجسام ، فالجماعات (Cells, Organs, Organisms, Populations) .

وتظهر هـــذه الصورة التمثيليـــة التفاعل (Interaction) الذي يحصل على كل مستوى حدّي للعنصر الحيـــاتي (Biotic element) مع المحيط غير الحياتي (Abiotic environment) هـــذا التفاعل الذي يقودنا لتعيين المنظومة البيولوجية التي توازي المستوى التنظيمي المقصـــود .



اختصاص علم البيئة يشمل الأجزاء المنتشرة في الجهة اليمنى من هذه الصورة البيانية ، التي تتجاوز المنظومات البيولوجية المبتدئة بالمنظومات الكيانيـــة (Organisms) وانتهاء بالمنظومات البيئية (Ecosystems) أو المجموعات البيئية (Communities) مروراً بالجماعات الكيانية (Populations) .

المصدر :

(E.P. ODUM. "Fundamentals of Ecology" 3rd. Edition, Philadelphia).

جـ ـ قسما علم البيئة

يمكننا أن نحيط بمعطيات هذا العلم بمظهرين اثنين :

أولهما : علم البيئة المتعلق بالفرد(Autoecology) أو الصنف(Species) بالنسبة لعُشّه البيئي (Habitat) Ecological nich ، وهنا يبرز عنصر تكيُّف (Adaptation) الكائن الحي النباتي أو الحيواني مع البيئة أو الحيّز الطبيعي الذي يعيش فيه ، وبشكل أوضح ، ان العنصر البارز في إحاطتنا بالموضوع ودراسته سيكون إظهار صنوف التكيُّف أو التلاؤم مع البيئة أكثر منه دراسة الكائن بصورة تشريحية ومورفولوجية وصفيّة . فالشيء الذي يجب أن نستشفه من دراسة البقرة مثلاً ، هو تكيُّفها مع الاجترار وليس لونها وطول أطرافها ، الخ ... والذي يهمنا من طائر الحمام هو « تكيّفه مع الطيران » كنوع من كيفية الجري أو الانتقال وليس لون طائر الحمام مثلاً أو طول منقاره .

وثانيهما : علم البيئة الجماعية (Synecology) وهنا العنصر الهام في البحث ، حيث تقضي الأصول التربوية الحديثة أن نلمّ بدراسة الكائنات الحيّة من حيث هي جماعات كيانية ومجموعات بيئيّة تعيش حياة مشتركة في عش بيئي واحد (مياه النهر ، مياه البحر ، الأكواريوم(Aquarium) وهو عش بيئي اصطناعي .. الصحراء ، بيئة أرضية جافة) ، وتتفاعل بشكل دائم ومستمر مع العوامل غير الحياتية التي تهيمن على هذه المنظومة البيئية كدرجة الحرارة والضوء ، والملوحة ودرجة الجفاف ، وعامل التبخر والتعرّق او النتح(Evapo - Transpiration) .. الخ

د ـ العوامل المؤثرة في عش بيئي

١) العوامل غير الحية (Abiotic factors) ، وتشمل :

- العوامل المناخية والجوية : كالضوء ، والحرارة ، والرياح ، والرطوبة ، ودرجة الملوحة .

- العوامل المتعلقة بالتربة (Edaphic factors) وتتعلق بطبيعة التربة الفيزيوكيماوية .

- **العوامل التوبوغرافية** ؛ (Topographic) وتتعلق بأشكال واتجاه الأراضي وخاصة الجبلية منها ، حيث يلاحـــظ أن المجاميع النباتية (Flora) التي تنبت على السفوح الجنوبيـــة تختلف نوعياً عن المجاميع التي تنبت على السفوح الشمالية بفعل اختلاف اتجاه الرياح ، والضوء ..

٢) العوامل الحية (Biotic factors) :

وتتعلق بالتفاعل الذي يحصل بين الكائنات الحيّة بعضها مع البعض الآخر ، مع إدخال العنصر البشري في هذا المضمار ، ومن الضروري إبراز هذا العامل الأساسي في البيئة ، إذ أن الإنسان يؤثر بشكل فاعل ومضرّ أحياناً في الكائنات المحيطة به والمسخّرة لمشيئته والتي يستخدمها في أغراضه المختلفة . كما أن حياة الانسان نفسه مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالبعض من هذه الحيوانات ، كالماشية وقطعان الأغنام والجمال والأبقار (الحليب ، اللحوم ، الدهون ، الصوف) ، كما تهدّد استمرارية حياته بعض الكائنات الحيّة كالجراثيم الضارّة مسبّبة الأمراض الوبائية وبعض الحشرات المؤذية والطفيلية بالإضافة إلى الحيوانات (Protozoa) البدائية المجهرية التي تسبب الأمراض الطفيلية مثل أميبـــا الزحار (Entamoeba) والبلهـــارزيا (Bilharziose) المسببة لتبول الدم نظراً للخدوش التي تحدثها في المثانة (التي يعاني منها الشعب العربي في مصر بالرغم من طرق الوقاية والعلاج المختلفة) والدودة الوحيدة (Tœnia) والديدان

المعوية الأخرى كالاسكاريس (Ascaris) التي تسبب أحيـاناً خدوشاً في جوار الإمعاء والنزف الدموي المميت ، بالإضافة إلى حيوان الدم (Hematozoa) الذي يسبّب حُمّى البرداء أو المـلاريا ، والتريبانوسوما (Trypanosoma) المسببة لمرض النوم في إفريقيـا الاستوائية والتي تنقلها الحشرة المعروفة باسم ذبابة التسي تسي (Tse, Tse) واسمها العلمي (Glossina morsitans) .

المراجع
والنشاطات الإقليمية والدوليّة



أ ـ توصيات مؤتمر وزراء العلوم العرب ،

(الرباط : ١٦ ـ ٢٦ اغسطس ـ آب ١٩٧٦) .

باب : المقاصد الرئيسية لبرامج العلوم

٢ ـ « السعي إلى تحقيق التكامل بين البحث العلمي وبين التنمية الاقتصادية والاجتماعية في البلاد العربية ، بحيث تكون الجهود العلمية في إطار التقدم العلمي والتطبيق في خدمة المشاريع الصناعية والزراعية والاجتماعية ، والعمل على التحوك من مفهوم العلم للعلم إلى مفهوم **العلم للحياة .**

(صفحة ٣٢) : تطوير تدريس العلوم على مستوى المرحلة المتوسطة (الإعـــدادية) :

تختلف مناهج العلوم في المرحلة المتوسطة في الدول العربية من حيث طريقة تنظيمها ومحتواها ، وقد انتشرت فكرة تدريس العلوم العامة (General Science) في بعض الدول خلال المرحلة كلها أو خلال بعض صفوفها ، وعلى أن تستكمل بعد ذلك بمواد علمية منفصلة مثل

الكيمياء والفيزياء وعلم الأحياء ، كما أن مفهوم العلوم العامة في حد ذاته ، يختلف باختلاف فكرة واضعي المناهج عنها . وهو في معظم الأحوال عبارة عن **تجميع** لعدد من الموضوعات التي تنتمي إلى فروع العلم المختلفة .

وقد قامت « اليونسكو » بمجهودات لتطوير تدريس العلوم المتكاملة في بعض مناطق أميركا اللاتينية ، كما تقوم حالياً منظمات إقليمية في إفريقيا وآسيا بدرجات وتجارب لتطوير تدريس العلوم في المرحلة المتوسطة ، على أساس العلوم المتكاملة التي تقصد إلى معالجة الموضوعات العلمية بصورة طبيعية **تبعدها** عن التقيّد بحدود فروع **العلوم المنفصلة** . هذا الاتجاه بالإضافة إلى أنه أجدى في تقديم العلوم لطلاب في هذه المرحلة **بصورة طبيعية** ، فهو يعمل على تقديم المحتوى **العلمي المنطقي المرتبط بالحياة** أكثر مما تقدمه المناهج التي تتقيد بالحدود المنفصلة لمجالات العلم .

(ب) مشروع ريادي لتطوير تدريس العلوم المتكاملة في المرحلة المتوسطة (١) اجتماع الخبراء (الإسكندرية من١٩–١٩٧٥/٧/٢٤). الألسكو (ALESCO) (المنظمة العربية للعلوم والتربيــة والثقافة) عشرة خبراء – خبير من اليونسكو وآخر من الاتحاد الدولي لتدريس العــلوم .

– دراسات وبحوث الخبراء

– تكامل العلوم « ضرورة ملحة » : الدكتور رؤوف عبد الرزاق العاني (كلية التربية – جامعة بغداد) .

– تطوير تدريس العلوم في المرحلة المتوسطة : محمد سعيد صباريني

الموجّه الفني للأحياء ، وزارة التربية (الكويت) .

– تطوير تدريس العلوم المتكاملة : دكتور عدلي كامل فرج ، (وزارة التربية والتعليم – جمهورية مصر العربية) .

مشاريع العلوم المتكاملة

في الولايات المتحدة الأميركية : ١٧ مشروعاً

وعلى سبيل الحصر نذكر منها :

١) مشروع الجمعية الأميركية لتقدُّم العلوم :

A.A.A.S. : American Association for the Advancement of Science

يتخذ هذا المشروع طريقة الممارسة (العمليات) أساساً لتكامل تدريس العلوم . فالعمليات والمهارات العلمية هي أساس التكامل (على مستوى المرحلة الابتدائية والصفوف الأولى من المرحلة الثانوية) .

٢) مشروع منهاج العلوم البيولوجية :

B.S.C.S : Biological Science Curriculum Study

في هذا المشروع تتكامل كل العلوم البيولوجية (الحيوان والنبات) : (مستوى المرحلة الثانوية) استعمالها في الدرجات ٧ ، ٩ ، ١٠ ، ١٢ .

٣) مشروع منهاج علوم الأرض :

E.S.C.P : Earth Sciences Curriculum Study

« تكامل العديد من العلوم الفيزيائية (فيزياء – كيمياء) والنبات

والحيوان والجيولوجيا والأرصاد وعلوم البحـــار (Oceanography) لتقديم دراسة عن الأرض : (مستوى ثانوي) » .

٤) مشروع منهاج العلوم للمرحلة المتوسطة :

I.S.C.S : Intermediate Science Curriculum Study

هنا تتكامل فروع مادة العلوم ، حيث يقوم كل طالب حسب قدرته بالدراسة منفرداً .

٥) مشروع العلوم الطبيعية لغير المتخصّصين في العلوم :

P.S.N.S: Physical Science for Non-Science Students

تتكامل في هذا المشروع العلوم الطبيعية . وهو يقدّم للطلاب الذين يعدّون أنفسهم للتدريس في المدارس الابتدائية (يقابل دور المعلمين) .

٦) مشروع بورتلاند للعلوم المتكاملة (Mr. Fiasca):

P.P.I.S : Portland Project for Integrated Science

تكامل دراسة فيزياء – كيمياء – بيولوجيا (مستوى الإعدادي أو المتوسط) .

٧) مشروع مجلس البحوث التربوية :

E·R.C.P : Educational Research Council Project

تكامل دراسة الرياضيات مع العلوم (مستوى الصفوف الأولى من المرحلة الثانوية) .

يضاف اليها المشروع التالي ذكره :

– مشروع روترفورد (James Rutherford) :

Harvard Project Physiscs, an integrated Science Courses. UNESCO, p. 47 (I;, p. 290.

في بريطانيا :

– مشروع نافيلد للعلوم (الطبيعية) أو المترابطة :

Nuffield Physical Science

سن ١١ – ١٣ يتناول المعلومات الأساسية في مختلف فروع العلوم .

– مشروع نافيلد للعلوم في المرحلة الثانوية :

Nuffield Combined Science

يقدّم للدارسين من ١٣ – ١٦ سنة ، ويشتمل على ثمانية موضوعات تتناول مختلف جوانب العلوم الطبيعية والبيولوجيـــة . ويترك المشروع للمدرس حرية اختيار الطريق الذي يسلكه في هذه الوحدات (سندرسه بالتفصيل فيما بعد) .

– برنامج مجلس المدارس للعلوم المتكاملة (١٩٧٤) :

سن ١٣ – ١٦

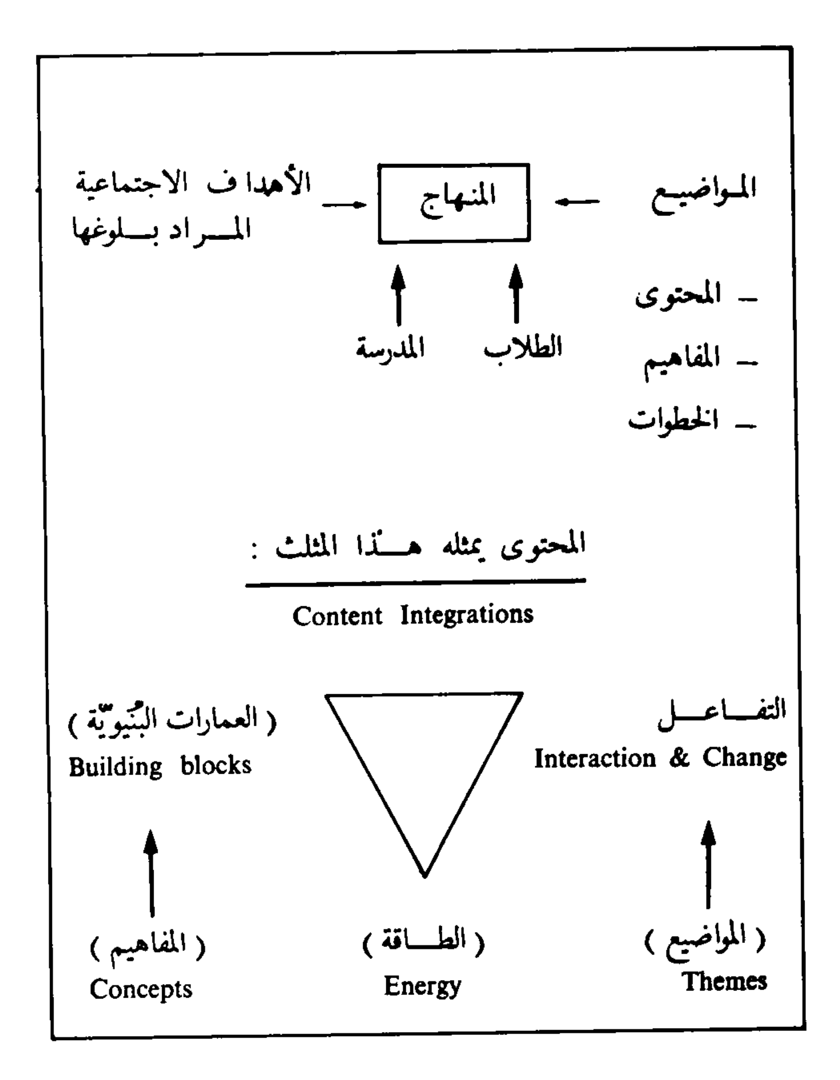
Schools Council Integrated Science Project

إدماج الجانب الاجتماعي للعلوم في الدراســـة . ويتناول تعديل اتجاهات الطلاب واكتسابهم المعرفة والمهارة (للطّلّبة المتفوّقين) .

ويوضع المنهج أو ورقة العمل (Curriculum) بعد مناقشة بين المدرّس والطلاب ، ويشترك المربون في المناقشة توصلاً لمنهاج يجيب عن الحاجات الحقيقية للطلاب وبيئتهم الاجتماعية (صفحة ٣ ،

تقرير من غازي أبو شقرا إلى الأونيسكو) ، فبراير ـ شباط (١٩٧٣) .

الصورة التالية تعطي فكرة واضحة عن ذلك :



١ – العمارات البنيوية (Building blocks)

الألكترونات ، الكواكب السيّارة ، المجموعـــات البيئية ، الأجسام ، الخـــلايا .

٢ – التحول (Transfert) : (Energy ، الطاقة) .

الحفظ (Conservation) .

المصـــادر .

الفـــاعلية .

٣ – التفاعل والتغيير (Interaction & Change) .

السبب ⟵ الظـــاهرة

طرح المعضلات والمشاكل :

١ – الاشكال (Patterns) .

٢ – المجرّة – الكواكب – الأرض .

٣ – المجموعات البيئية والمنظومات .

٤ – مشاهدة الكائنات .

٥ – الخـــلايا .

٦ – الجزيئـــات .

٧ – التراكيب القزمية والتراكيب الماردة .

٨ – التزاحم على الغذاء والسيطرة (Competition) .

٩ – التفاعل بين الجزُيئات .

١٠ – الأرض – الماء – الكائنات – التفاعلات .

نموذج لمشروع دراسي في العلوم المتكاملة أو العلوم الموحّدة أو المندمجة :

(Nuffield Combined Science)

(تقرير غازي أبو شقرا للأونيسكو : فبراير – شباط ١٩٧٣) .
(سن ١٣ – ١٦ سنة) .

المحتوى العلمي للمشروع قائم على استخدام مقرّرات منفصلة من الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء ، تم فيها عملية « الاندغام » (Combination) بين وجهات النظر والأساليب المختلفة الخاصة بهذه المقرّرات المنفصلة :

والمشروع يتكوّن من عشرة موضوعات رئيسية تتدرَّج تحت كل منها موضوعات فرعية . ومن شروط التدريس في هذا المشروع أن يتولى تدريس المقرَّر مدرِّس واحد لنص معيّن بغرض تحقيق أفضل نتيجة بتوحيد وتكامل للمدى العريض من المادة العلمية التي يتشكل منها المنهج . وقد أثار واضعو المنهج بتحفظ من ناحية أن المعلم الكفؤ قد يساوره الشك في بادىء الأمر بمقدرته العلمية لتدريس الموضوعات الخارجة عن مجال تخصّصه العلمي الدقيق .

الموضوعات في منهج نافيلد للعلوم المندمجة :

١ – العالم المحيط بنا .

٢ — بعض أنماط معينة في العلوم .
٣ — نشأة الكائنات الحية .
٤ — الهـــواء .
٥ — الكهرباء .
٦ — المـــاء .
٧ — الكائنات الدقيقة .
٨ — الأرض .
٩ — الحشرات .
١٠ — الطـــاقة .

الموضوعات الفرعية : مثال (الأرض) :

١ — منتجات الأرض .
٢ — التربـــة .
٣ — تطوّر ونموّ أنواع مختلفة من البذور .
٤ — المعادن المستخرَجة من الصخور .
٥ — الفرق بين الفلز واللافلز .
٦ — الخـــامات .
٧ — الحصول على مواد من الأرض .

المشروع الاسكتلندي للعلوم المتكاملة

Scottish Integrated Science Project

منهاج المستوى الثانوي ، ويقوم على تكامل بين مواد الطبيعـــة والكيمياء والبيولوجيا ، مداخل من البيئة المحيطة ، استخدام المعامل

والمخابر ، عدم حشو الذاكرة ، الاعتماد على القياس .

المفاهيم (Concepts) هي الأساس في كل علم

الطاقة ، التركيب الجُزيئي والذري ، مفهوم الحياة (١٤ ــ ١٥ سنة) ، إدخال مفاهيم الطاقة ، تركيب المادة ، المواد المذيبة والمحاليل ، تركيب الخلايا والتكاثر .

التركيز عـــلى المناقشة : نقد مشروع (Scisp) المثالي والعميق ، ونجاح المشروع الاسكتلندي في : ماليزيا ، الكرابيب ، الانتيل ، لوسوتو وسوازيليند ، مالطا ، جزر سيشل ونيجيريا (خارج بريطانيا) .

الجهـــود الـــدولية

نشاطات منظمة اليونسكو في حقل العلوم المتكاملة

أ ــ يقوم المجلس الدولي للاتحادات العلمية

International Council of Scientific Unions (I.C.S.U.)

وخاصة لجنة تدريس العلوم بجهود في دراسات العلوم المتكاملة ، وخاصة في المرحلة ما قبل الجامعية .

٢) منذ ١٩٦٨ ، أقدمت منظمة « اليونسكو » على تطوير تدريس العلوم المتكاملة ، وخاصة في الدول النامية ، حيث أن معظم الطلاب في هذه الدول لا يستكملون تعليمهم الثانوي أو الجامعي ، وسبب ذلك يعود لعدم توفر أساتذة متخصّصين لتعليم مختلف المواد من ناحية ، ومن ناحية أخرى بسبب مشكلة تتعلق بالاقتصاد التربوي ، لأن المدارس

الثانوية في كثير من الدول النامية لا تتحمل التنوّع والتخصُّص في نوعية المدرّسين . وبرزت أنشطة مشاريع اليونسكو في آسيا وإفريقيا وامتدت إلى جنوب الباسفيك وأميركا اللاتينية وهي في طور الامتداد إلى مناطق أخرى من العالم .

ومن الملاحظ أن تصميم المناهج ينحو باتّجاه خاص في تدريس العلوم ومناهج تكون أكثر صلاحية **لحاجات خاصة** في بيئات معيّنة .

المراجـــع

— New trends in integrated Science teaching I, II, 1970-1973.
— New trends in integrated Science teaching I, II,
— New trends in integrated Science Education of teachers, 1974.
— (UNESCO).
— Integrated Science teaching in Asia 31/7 – x2/8/1972.
— Planning for integrated Science Education In Africa Sèp. 20th – Oct. 4th 1971.
— UNESCO – UNICEF Co-operation in Integrated Science education.
" Mrs. : Sheila M. Haggis
Integrated Science Division of Pre – University
(A Challange to the Science teacher) Science & Technology Education July 19 – 24 – 1975 Faculty of Science University of Alexandria
(Pilot project Integrated Science in Arab States).

في استّراليـــا :

مشروع ويلز الجنوبيـــة الجديد ، لتدريس العـــلوم :

The New South Wales Science textbook project

وتتكامل في هذا المشروع فروع العلوم المختلفة (برزت الحاجة إلى تدريب مكثَّف للمعلمين للاحاطة بمختلف الظواهر في سبيل القيام بتدريس العلوم المتكاملة بنجاح) ، وكذلك طبق المشروع الاسكتلندي ومشروع استراليا لتدريس العلوم على مستوى القارة (.A.S.E.P) .

في غـــانا :

يتناول مشروع العلوم المتكاملة مراحل التعليم العام ، وإعداد المعلّم .

في البرازيل :

المشروع هو : « المحافظة على البيئة » مشروع تتكامل فيه فروع العلوم المختلفة .

مشاريع على نطاق الأقاليم :

- مشروع إفريقيا للعلوم بالمرحلة الابتدائية (.A.P.S.P) .
- مشروع الانديز الغربية لتطوير تدريس العلوم (WISCIP) .
- برنامج الـتربية العلميّـــة لافريقيـــا (SEPA) .
- مشروع تدريس العلوم البيولوجية (المنظمة العربية للعلـــوم والثقافة) : تكامل حيوان ، نبات .
- إنشاء « مؤسسة التربية الوطنية »(Institut Pedagogique National) بمساعدة منظمة اليونسكو ، (المؤلف أحد الخبراء فيهـــا) ، التي تحولت إلى « دار معلمين متوسطة لإعداد مدرسي العلوم والرياضيات للمرحلة المتوسطة » (1974 — 1971) LFB 18

UNESCO UNDP

خـاتمـة

تظهر من عرض مختلف وجهات النظر ثلاث نقاط مشتركة بارزة :

١ ـ مدى التكامل أو المجال (Scope)

فيزياء ـ كيميـاء .

فيزياء ـ كيمياء ـ بيولوجيا .

علم الفلك ـ علوم الأرض (تربة جيولوجيا) .

٢ ـ شدة التكامل أو تداخله (Intensity) :

العلوم المتكاملة في المناهج كافة وتُبرز دور **المسؤولية الاجتماعية ،** تنظيم ، تكامل شامل ، اندغام أو تكامل كلي التاريخ ـ الجغرافيا .
(Full integration)

٣ ـ العُمْـق (Depth) :

وهو ما يوصف به المنهج من ارتباط بحاجات التلاميـذ المتصلة ببيئاتهم وإشباعها بالإضافة إلى مدى الارتباط والتكامل بين منهج معين وباقي المناهج الدراسية .

بعض المراجع الأساسية للكتّاب والمربين وذلك بغية تدريب المدرّسين على تدريس العلوم المتكاملة : **حسب الحروف الأبجدية** .

١ ـ في أوروبا الشرقية

— Altmann A. Natural objects in Biological and Geological Educations. Praha, (1972).

— Babadza Jean S. Monachov V.M.

Interdisciplinary relations in Mathematics and Natural Sciences in optional Courses.
(Sovestskaja pedagogika. Vol. 24, 1970, U.S.S.R).

— Bojkovska A. " Intersubject between Chemistry and geography, Prir. Vedy. Sk. Vol. 23. No. 8, 1971 - 72, (Tchechoslovaquie).

— Vaideanu, G. " Interdiciplinary Research and its utilisation in system of education Revista de Pedagogie, Vol. 20, 1971, No. T, pp. 28 - 34, Romania.
- Bibliograph written in English (U.K. and others France country).

— Scott, C.B. "The place of technology in an integrated Curriculum ' (Schools Council Technology Bulletins No. 2, March 1968, (U.K.).

— UNESCO New Trends in integrated Science Teaching, Vol. 2, Paris 1973. (Collection of 9 chapters).

٢ – في الولايات المتحدة الأميركية

Agin, Michael and Pella, M. Teaching interrelationships of Science and Society using a Socio historical approach' School Science and mathematics, April 1972.

Fiasca, Michael : UNESCO, Helps Science integrate, (Science teacher, pp. 23 - 24).(Dregon Uni.) U.S.A.

Gratz, Fauline : An interdisciplinary approach to Science teaching Science education, April 1966.

Hilton, A. M. Cybernetics and Cybernation. The Science teacher. Feb. 1973, p.p 34 - 40.

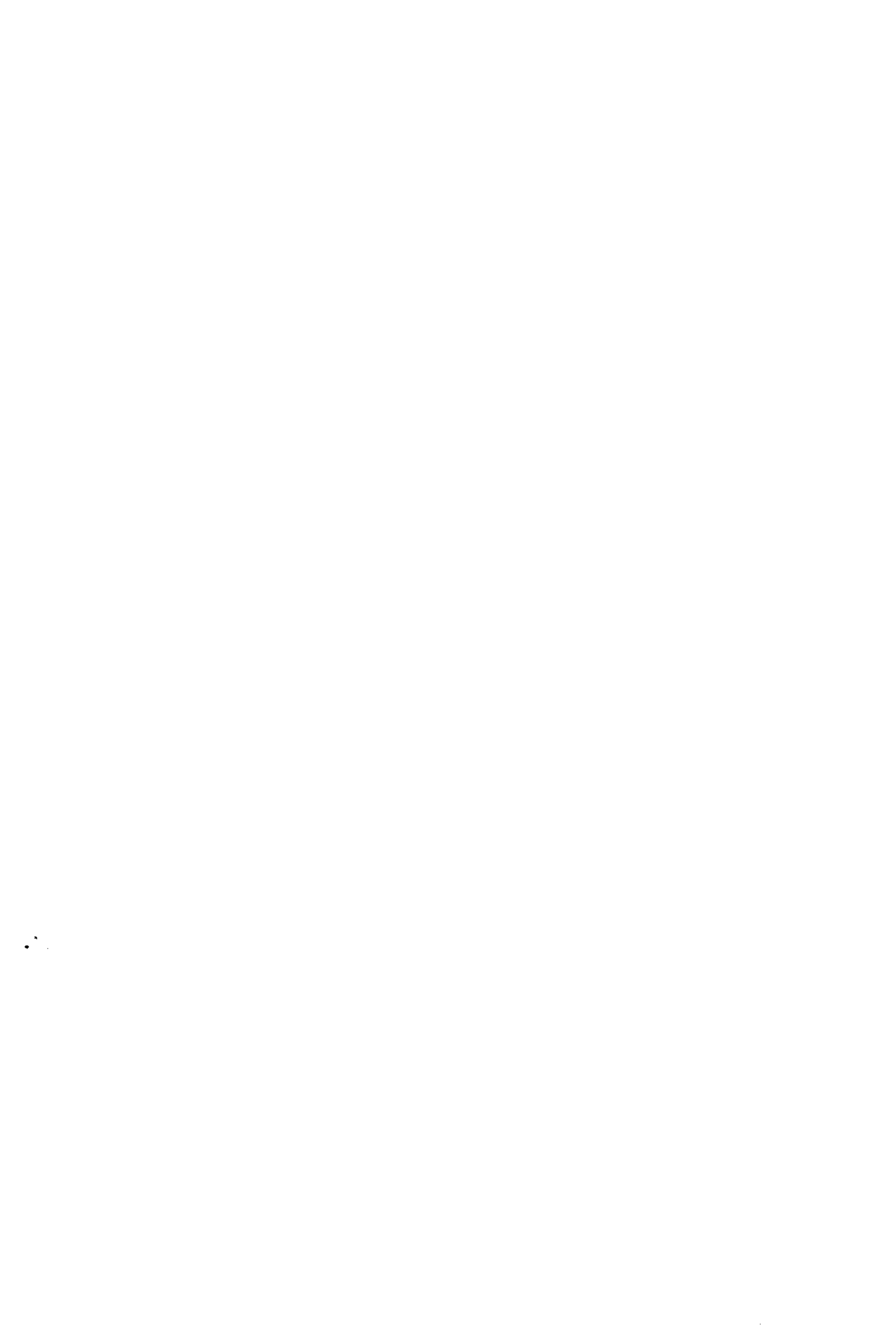
— Munn R. J. (Symposium) : Ways to integrated Science the British open University, the Science teacher, Feb. 1973.
— Parsegiem, V. Lawrence : What make Studies interdisciplinary (journal of Science teaching,) Feb. 1972.

مثال العلوم المتكاملة
وحدة الطاقة الشمسيّة

حسن أبو بكر العويني

الباب الثالث

علاقة الطاقة الشمسيّة بالحياة على الارض



مقـــدمة :

هل نستطيع التأكيد بأن الشمس هي الحياة ؟ فالنشاط الحياتيّ ، أو الطاقة الحيوية ، هي ما يُخَزَّن فينا وفي الأجساد الحية الأخرى من هذا المصدر العظيم للطاقة والذي ترتبط به الحياة ارتباطاً وثيقاً .

فاستمرارية الحياة تتطلب الغذاء ، فهو عصب الحياة إذا صحّ التعبير . فكيف تُسهم الشمس في توفير الغذاء وهو تلك الشحنة الطاقيّة الأساسية لاستمرارية الوجود ؟

ما هو تأثير الشمس على الكائنات النباتية على سطح اليابسة وفي البحار والبحيرات والمحيطات ؟

لماذا تُطلَق على النباتات تسمية الكائنات المنتجة للغـــذاء ؟ (Producers) ؟

ما هو دور البلنكتونات النباتيـــة (Phytoplancton) **هذه الكائنات المتناهيـــة في الصِغر والتي تعيش في الوسط المائي الطبيعي** في تأمين الغذاء ؟

لا شك أنك سمعت عن خطر فناء وانقراض هذه البلنكتونات المائية بالملوّثات التي تقذفها الفضلات الصناعية والملوّثات النفطية في المحيطات والتي أصبحت تهدّد استمرارية الحياة فيها .

ترى ما هي علاقة هذه الكائنات المائية باستمرارية الحياة على سطح الأرض ؟ وهل تلعب دوراً إنتاجياً للغذاء ؟ وإذا فُقدت هذه الحلقة باختناقها المستمر بفعل التلوّث كما هو حاصل في يومنا الحاضر ، فهل يؤثر ذلك على الحلقات الأخرى ؟

هل تعلم أن هنالك اتجاهاً لتربية كائنات نباتية حزازية من الأشنات (Algeae Sea-weed) بأنواع مختلفة ، منها الكلورال(Chlorella)لتأمين الغذاء للعدد المتزايد من البشر تلافياً لشبح الجوع الذي يخيّم على العالم اليوم والناتج عن الغلة الزراعية الأرضية المتناقصة ، وتكاثر عدد السكان حسب متوالية هندسية بينما تزداد خيرات الأرض وغلالها بحسب تسلسل حسابي أو متوالية حسابية ، كما ذهب إليه العالم الاجتماعي مالتوس (Malthus) في أوائل هذا القرن وقد تصحّ تنبؤاته في يومنا هذا .

تُرى ما هو دور الغذاء المتوازن والكافي في صحة الجسد البدنية والعقلية في آن معاً ؟

كل هذه التساؤلات ستجد الإجابات عليها بعد التبحُّر في مختلف هذه المواضيع وبعد التأكد من أهميتها بالمشاهدة الحيّة الحسّية والاختبار والأنشطة المختلفة والأبحاث الحقليّة أو الميدانيّة .

الفصــل الأول

المنظومات البيئية (Ecosystems)
والعلاقات الغذائية في هذه المنظومات

تمهيــد :

ماذا تعني المنظومة البيئية ؟

تتشكّل المنظومة البيئية من :

١ ــ الكائنات الحية الحيوانية والنباتية المكوِّنة لما يسمى بالعش البيئي (Niche Ecologique) (Ecological nich) .

٢ ــ المسكن (Habitat) الذي يأوي هذه الكائنات الحيــة . والكرة الحياتية (Biosphere) تكوّن من المجموعات الضخمة للمنظومات البيئية الطبيعية كالبحار والأنهار والغابات والصحارى .

كما أنه بإمكانك أن تحقق منظومة بيئية اصطناعية مثل «اكواريوم» المدرسة أو المنزل والذي يشكّل منظومة بيئيّة مصغرة (Micro-ecosystem) كما أن قطعة من الموز الناضج كثيراً والمحصورة في آنية زجاجية مع

قليل من القطن ، تجذب إليها بيوض الحشرة المعروفة بذبابة الخل (Drosophila) والتي تتكاثر بشكل مدهش : إنك تحصل على منظومة بيئية هوائية اصطناعية .

كيف تستمرّ الحياة في منظومة بيئية ؟ إنك تعرف بأنه كي يتسنى لكائن حي أن يعيش في بيئة ما ، يستلزم ذلك توفير الغذاء والحماية له .

تُرى ماذا يحدث لإنسان إذا حُرم كلياً من الغذاء ؟ وهل ينطبق هذا الشيء على كل الكائنات الحية ؟

الغذاء هو عامل أساسي لاستمرارية الحياة . ولكن ممّ يتغذى الكائن الحي ؟

السلاسل الغذائية (Trophical chains,Chaînes trophiques) :

(أ) العلاقات الغذائية

ماذا يأكل ثور البقر ؟ مم يقتات الحصانّ والصرصر والقوقع ؟ إنها تعرَف بآكلات العشب (herbivorous) ماذا يعني ذلك ؟ هل يمكنك أن تذكر حيوانات أُخَر من هذا الصنْف ؟ ممَّ يتكوَّن طعام الذئب ، والثعلب والعقاب أو الصقر والأسد ؟ إنها من **آكلات اللحوم** (Carnivorous) . إشرح مفهوم هذه اللفظة .

هل أنت من أكَلَة الأعشاب أو اللحوم ؟ هل تعرف كائنات أُخرى تعتمد في غذائها على الذي تعتمده أنت ؟

إن جميع الكائنات الحيوانية التي تتناول الأطعمة التي تأكلها أنت ،

والمكوّنة من الأعشاب واللحوم على حدٍّ سواء تُعرف بالكائنات المتنوعة المأكل أو المختلطة (homnivorous) .

تختلف العادات الغذائية باختلاف الحيوانات ، فمنها من هو دقيق ينحصر في نوعية ضيّقةٍ محدودة من الغذاء ومنها ما هو أكثر تنوعاً .

ولتبيان ذلك نذكر بأنه يوجــد بين الطيور بعض الأنواع التي لا تتنــاول إلاّ الحبوب وتسمى بآكلات الحبوب (granivorous) بينما تقتات طيور أُخرى على الحشرات (insectivorous) .

يبدو من الصعوبة بمكان تعيين جدول محدد لغذاء كل كائن حي لكنه بمكننا حصر الأنواع المحددة التالية للنمط الغذائي :

النمط الأول : آكلات العشب : وهي الكائنات التي تعتمد ، وبصورة حصرية ، النبات في غذائها .

النمط الثاني : آكلات اللحوم : وهي الكائنات التي تعتمد مختلف صنوف اللحوم في غذائها .

النمط الثالث : الكائنات المتنوّعة الغذاء أو المختلطة ومنها الإنسان وهي تعتمد في تغذيتها المنتجات النباتية والحيوانية معاً .

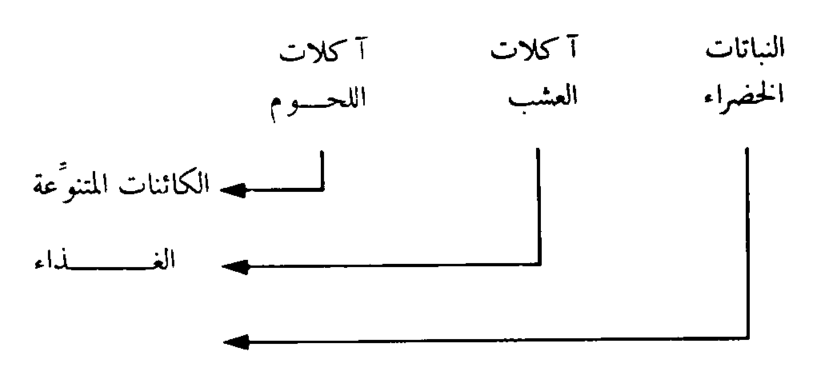
النمط الرابع : النباتات الخضراء : وهذه الأخيرة لا تعتمد في غذائها لا المنتجات النباتية ولا المنتجات الحيوانية . فكيف تتغذى إذن ؟ إنها ذاتية التغذية (Auto trophic.) .

بحث استقصائي :

استذكر النمط الغذائي للنباتات العديمة الكلوروفيل ، كالفطريات

والكائنات العفنية الأخرى . هل يمكنك تصنيفها في الأنماط الأربع التي سبق ذكرها ؟ علّل إجابتك بصورة واضحة .

إن المخطط التالي يدلّ على العلائق بين الأصناف الأربعة التي ذكرنـــاها :



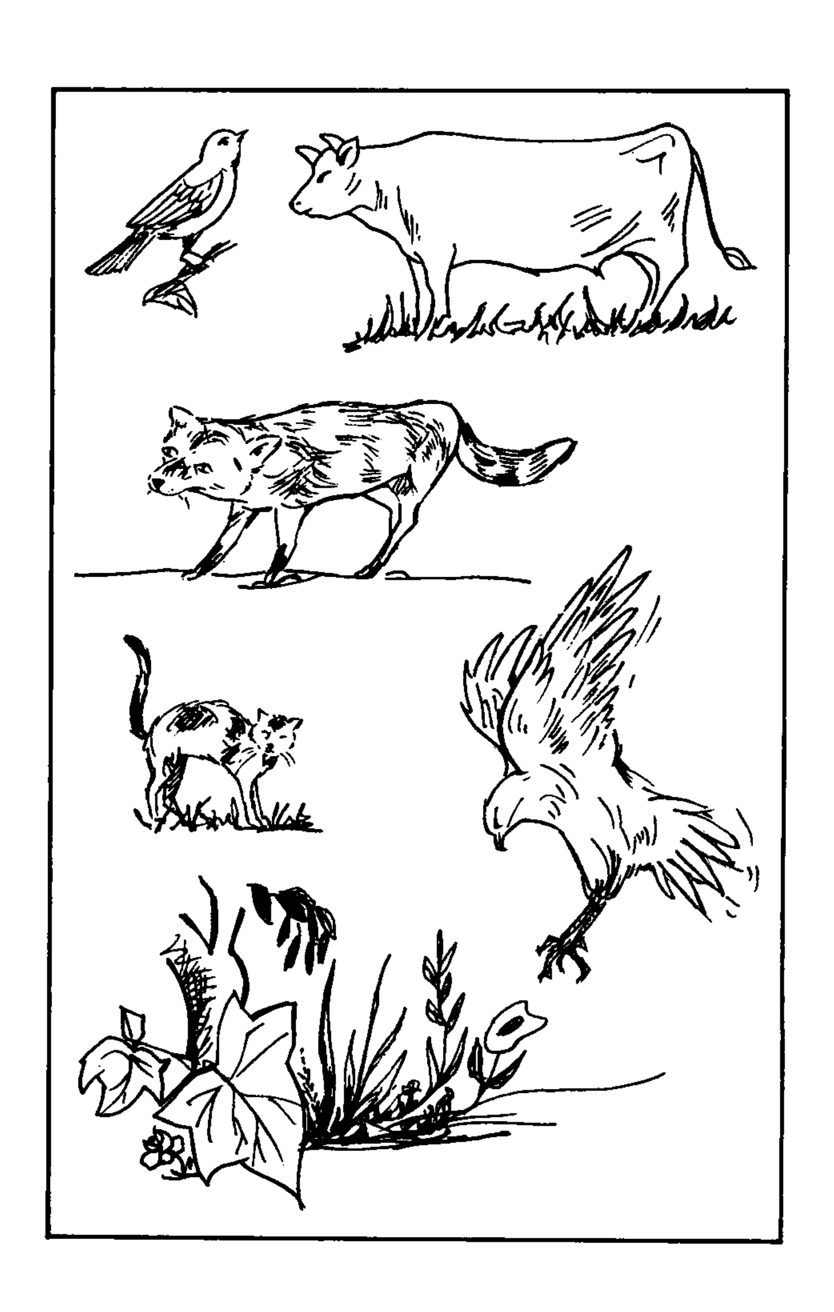
بعد إمعان النظر في هذا المخطط ، ما الذي يشكل ، بصورة مباشرة أم غير مباشرة ، المصدر الأول للغذاء لكل الكائنات الحية ؟

لنأخذ الآن بعض الأمثلة :

إن الأسد من آكلات اللحوم (يلتهم لحم الثيران) والثيران بدورها تقتات على الأعشاب (النباتات الخضراء) .

نستدل – بصورة غير مباشرة – عـــلى أن هنالك **ترابطاً غذائياً** بين الأسد من جهة ، وبين النباتات من جهة أخرى .

(ب) الكائنات المنتجـــة (Producers, Producteurs)



الكائنات المستهلكة (Consumers, Consommateurs) .

الكائنات المحلّلة (Decomposers, Decomposeurs .

إنك تلاحظ ولا شك الروابط الغذائية التي تظهر **كمجموعة من الحلقات** . والتي تشكّل بمجموعها « سلسلة غذائية » .

إن كل حلقة في هذه السلسلة تمثّل مجموعة من الكائنات الحية . فالحلقة الأولى تتمثّل بالنباتات الخضراء. بينما تتمثّل الثانية بآ كلات الأعشاب . والثالثة بآ كلات اللحوم .

السؤال الذي يمكن طرحه الآن هو :

— بأية حلقة أو حلقات ، يتعلق الإنسان نفسه . أو الكائنات التي مثله . ذات الغذاء المتنوّع ؟

من الملاحظ بأن كل حلقة غذائية تتعلق بالتي سبقتها . فأية حلقة تبدو لك مستقلة أي لا تتعلق بأية حلقة أخرى ؟

إذا كانت الحيوانات تتعلق كلها من حيث تأمين الغذاء بالنباتات الخضراء بطريقة مباشرة أم غير مباشرة ، فكيف تؤمن النباتات الخضراء المنتجة للغذاء ، الغذاء لنفسها ؟

– **تؤمن النباتات الخضراء تركيب المواد العضوية الهيدروكاربونية (ماءات الفحم) باستلاب غاز ثاني أوكسيد الكربون في الجوّ والماء والأملاح المعدنية المـُذابة او المنحلة فيها من التربة .**

– ما هو العامل الخارجي الرئيسي في هذه العملية ؟ ومم يتأتى ؟

– ما هو دور الكلوروفيل . أو الصبغة الخضورية «اليخضورية» . الذي تكتنزه خلايا النبات في عملية التمثيل الغذائي هذه ؟

النباتات الخضراء + مـــــــاء + أملاح معدنية مُذابة او منحلة + ثاني أوكسيد الكاربون + الضوء (الشمس أو النور الاصطناعي في المعامل المخبرية)	⇨	الغذاء النباتي + أوكسجـــــين

هائلة إذن خاصّية النباتات الخضراء في تأمين الغذاء لكل الحلقات الآنفة الذكر في السلسلة الغذائية .

النباتات الخضراء تركب إذن الغذاء ، أو بتعبير أصحّ تُنتج الغذاء ،

بينما تستهلك النباتات غير الخضراء أو عديمة الكلوروفيل والكائنات الحيوانية الأخرى الغذاء الذي تنتجه هذه النباتات الخضراء.

١ ــ الكائنات التي تستهلك مباشرة الغذاء المُنتَجُ في النباتات الخضراء أو التي تشكل الحلقة الثانية في السلسلة تُكوِّن :

« الكائنـــات المستهلكـــة الأوليـــة أو ذات المقـــام الأول (Consommateurs 1er ordre 1rst Consumers)، وتتمثل هذه الحلقة بآكلات الأعشاب جميعها ».

٢ ــ بينما تشكّل الحيوانات التي تؤمّن غذاءها على حساب هذه الكائنات المستهلكة الأولية (والتي تضم الحلقة الثالثة في السلسلة الغذائية)، الكائنـــات المستهلكة الثانوية أو الثانوية المقـــام (2nd Consumers, Consommateurs 2e ordre)، ويبرز هذا الصنف في الطبيعة عنـــد آكلات اللحوم التي تقتات « مقتنصة » آكلات الأعشاب نفسها. وتتمثل بالأسد إذا شئت والطفيليات المتعايشة مع آكلات الأعشاب.

٣ ــ وتسمى الكائنات الحيوانية التي تقتات « مقتنصة » الكائنات الثانوية المقام في السلسلة الغذائية، بالكائنات المستهلكة الثُلاثية المقام (3rd Consumers, Consommateurs 3e ordre).

وتتمثل بالثعابين أو الحيّات التي تستهلك الضفادع وتقتنص بدورها الحشرات آكلة الأعشاب لتؤمن غذاءها.

نشاط :

ماذا تسمى الحلقة التي تُشغلها العُقبان أو الصقور مقتنصة الثعابين ؟

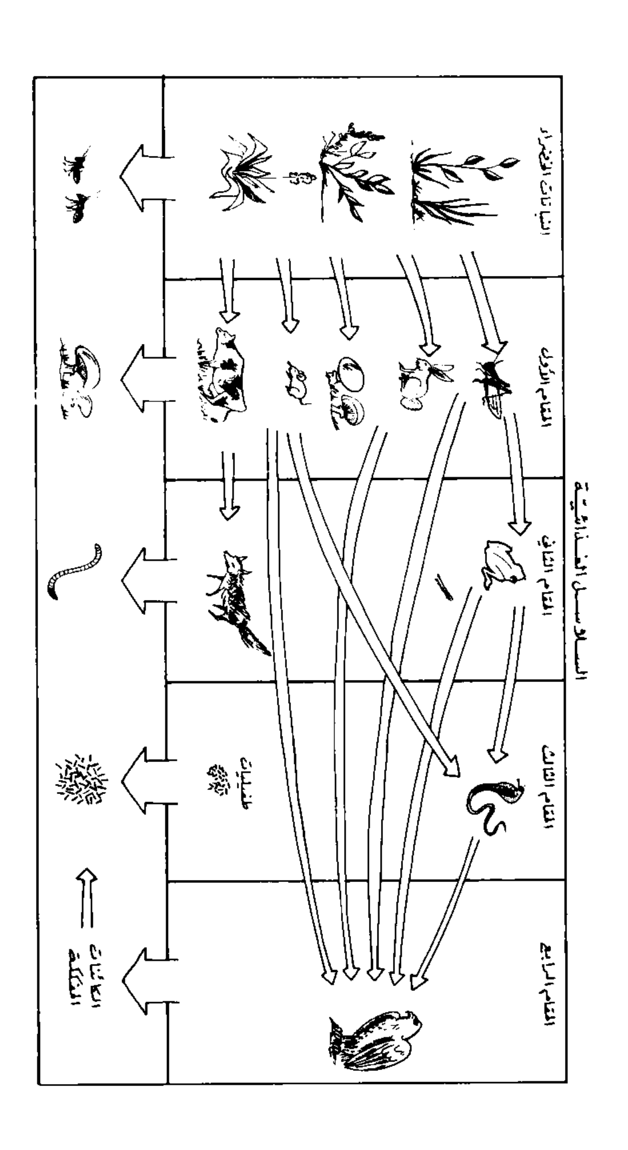
تتشكّل السلسلة الغذائية على الأغلب من خمس حلقات كحد أقصى . لماذا ؟(١) .

الكائنات المُفكّكة أو المُحلّلة .

يبرز الآن صنف من الكائنات الحيّة التي لها دور خاص وهام ، إذ أنه يؤمن غذاءه بتفكيكه لبقايا النباتات المتناثرة والجثث الحيوانية . وتُطلَق عليه تسمية الكائنات المفككة . وتتمثل هذه الكائنات المتناهية في الصغر بالبكتريات والأشنات الحزازية والفطريات وبعض الديدان كـدودة الأرض (Lumbricus, lombric) وبعض الحشرات المفككة للجثث (Necrophorous,Necrophore) أو النكروفورا .

---

(١) للإجابة عن التساؤلات وحل المسائل واقتراح الحلول للأنشطة ، يراجع الباب الرابع من هذا الكتاب . (المؤلف) .



(ه) لاحظ بأن آكلا لحوم كالعقاب أو الصقر يقوم بدور مستهلك ثانوي المقام اقتات على الفئران والأرانب ، ومستهلك ثالثي المقام إذا أكل الضفادع، ورابعي المقام إذا اعتاش مقتاتاً على الثعابين .

(لوحة رقم ١)

(١ ـ أ) تمارين ونشاطات :

تطلق تسمية **المستويات الغذائية**(Trophical levels, niveaux trophiques) على حلقات السلسلة الغذائية فأي مستوى غذائي تُشغل أنت عندما تتنـــاول :

(أ) الخسّ .

(ب) لحم الفراخ أو الدجاج .

(ج) الضفـــادع .

(١ ـ ب)

إذا استعرضنا المجموعات الحيوانية والنباتية في مستنقع أو بركة مياه هادئة على ضفاف نهر نختاره حيث تُشكّل منظومة بيئية طبيعية **متوازنة** . (Equilibrium) لنتدارس معاً أنماط تغذية هذه الكائنات الحيّة.

فالأسماك الصغيرة تقتـــات متناولة بعض يرقات الديدان (larvae) ، والقشريات المجهرية (كحيوان برغوث الماء) والسكلوبس (Cyclops) والحيوانات وحيدة الخليّة (Protozoa) واللولبية (Flagellata Spirillacae) والتي تشكّل بمجموعها ما نسمّيه **البلنكتونات الحيوانية**(Zooplancton) :

وتتغذى حيوانات صغـــيرة ومألوفـــة مثل **الديتيكا** (Dytica) **والنوتوناكت**(Notonecte) مستهلكةً هـــذه البلنكتونات المجهرية مثل الدياتوميـــة (Diatomae) التي تكوّن البلنكتونات النباتيـــة (phytoplancton) هذه الكائنات العميمة الفائدة التي تُشكّل مصدر الغذاء والطاقة في المحيطات ، وتتجه الأنظار نحوها في حلّ أزمات التغذية البشرية المستعصية والخانقة . وممَّ تتغذى هذه البلنكتونات

النباتية ؟ وما هي العناصر المنتجة في هــذه المنظومة البيئية المستنقعية أو المائية المحيطية ؟

أهرامات الكتل الحيّة

Pyramids of Biomass
Pyramides Ecologiques de Biomasse

أثناء تدارسنا معاً السلاسل الغذائية ، لا شك أنك قد لاحظت بأننا أخذنا في عين الاعتبار العلائق الكيفية وحدها والتي توجد بين مختلف الكائنات الحيّة المكوّنة لسلسلة غذائية . وصنفنا الكائنات بين منتجة من جهة ، ومستهلكة ذات **مقامات** أو **تدرج** في «الاستهلاك» من جهة أخرى .

والآن سنتطرّق لهذه العلائق بشكل كميّ يُبرزها بصورة أوضح وأدق لأنه يعتمد **المقارنة والقياس** وهما أساسان لكل بحث علمي .

ولعلّ الطريقة الأدق «لترجمة» هذه الكميّات هي حساب **الكتلة الحية** الكُلّية للمجاميع الحية التي تمثل كل مستوى حدّي في (Biomass,e) السلسلة الغذائية .

وقد توصل علماء البيئة في دراستهم للمنظومات البيئية المختلفة لتعيين مقادير الكتل الحيّة بصورة تقريبية لكلٍ من الكائنات المنتجة والكائنات المستهلكة المختلفة التدريج .

ولتظهير ذلك اعتُمِدَ تمثيل الكتلة الحية بمربع مستطيل **يتناسب طول ضلعه الكبير** مع تَعداد الكتلة الحية التي نحن بصدد تقييمها .

ويمثل الهرم الناتج عن توالي هذه المربعات وتدرّجها فوق بعضها

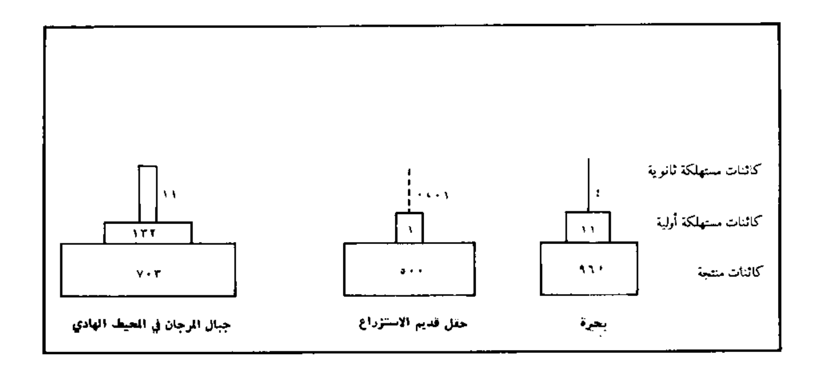
والتي تمثل بدورها الكتل الحيّة لمختلف حلقات السلسة الغذائية ، الشكل الهرمي أو الأشكال الهرمية للكتل الحية للمنظومات البيئيــة الطبيعية .

والجدير بالذكر أن هذه الأهرامات تلعب دوراً مهماً في تعيين **الإنتاجية** (Productivité) ، للمنظومات البيئيــة المختلفة. ويُسْتَنَد إليها في جميع الأبحاث العلميــة المتعلّقة بالإنتاج وتحسينه وتطويره في سبيل تأمين مصادر وكميات للغذاء أفضل وأكثر .

وتبين الصور التالية الأهرامات الغذائية أو اهرامات الكتل الحية لثلاثٍ من المنظومات البيئية .

ملاحظــة :

جرى تحديد مقدار الكتل الحياتية بالنسبة لمساحة أو مدى امتداد المنظومة ، وذلك بقسمة الكتل الحيــة الإجمالية على وحدة المساحة (المتر المربع أو الهكتار) . الهكتار – (١٠،٠٠٠م٢) : حوالي ٤ أفدنة . فهي تمثل إذن بالغرام / متر / مربع أو بالطن / هكتار .



من الملاحَظ إذا أمعنا النظر في هذه الأشكال الثلاثة أن الكتلة الحية **للكائنات المنتجة** هي : أضخم بكثير من الكتل الحيـــة للكائنات المستهلكـــة .

وأن هذه الكتلة **تتناقص** كلما ارتفعنا درجات سُلّم الهرم الغذائي . هل يمكنك التنبؤ بسبب ذلك ؟

(١ ـ ج) نشاطات :

(١) حاول الإجابة بعد استعراضك لكمية الغذاء التي تتناولها على مدى حياتك من المنتجات الزراعية (الخضار ـ الأرز ـ البطاطس ـ الطماطم (البندورة)ـ الفاكهة كالبلح والمانغا والتفاح والبرتقال ، الخ .. إلى جانب المنتجات الحيوانية ومشتقاتها كاللبن والأجبان واللحوم والأسماك) ، وقارنها بوزنك اليوم .

(٢) تُرى كم يلزمنا من البرسيم أو الفصّة (Vesce) أو النباتات العلفيّة الأخرى لتسمين عجل أو خروف ؟ ماذا يمثل البرسيم والأعلاف بالنسبة لهذه الحيوانات ؟

(٣) هل تعتقد بأنه أفضل من وجهة النظر الاقتصادية ، تربيـــة الحيوانات وتسمينها كالعجول والجواميس لاستهلاك اللحوم أم تربية الدواجن والحيوانات الصغيرة القامة كالأرانب والقليلة السطح أو الامتداد المساحيّ .

(٤) لماذا تجري عمليات تربية الأسماك في شمال دلتا النيل جنباً إلى جنب مع حقول الأرز . على أي شيء تقتات هذه الأسماك؟ وماذا تمثل أنت بالنسبة للأرز الذي تستهلكه وللأسماك التي تمدّك بالعنصر (البروتيني) الضروري لاستمرارية الحياة ؟

(٥) إذا كان فول الصويا (Soja) يُعطينا الأحماض الأمينية [1] (acides-Aminés) جميعها والضرورية في عملية الغذاء المتوازن . فهل انه من الأجدى زراعة فول الصويا أو الاعتناء بالماشية وتربيتهـــا ؟

هل تعتبر فول الصويا من الكائنات المنتجة أم المستهلكة ؟ لمـــاذا ؟ ماذا تمثل أنت بالنسبة لفول الصويا ؟ وبالنسبة للعجول المسمّنة وللأسماك ؟

(٦) ماذا يمثل الطائر الذي يقتات على لحم الأسماك ؟ هل سبق أن رأيته قرب الأنهار والبحيرات السمكية ؟

(٧) في حال فناء الطيور والحيوانات الداجنـــة والنباتات الخضراء والإنسان نفسه . اذكر العامل الذي يفكك البقايا والجثث . مبيّناً دوره في حلقات سلاسل الغذاء .

نتيجة حتمية للبحث هل يمكنك الآن التأكيد عـــلى أنك أنت نتاج الطاقة الشمسية بصورة غير مباشرة ؟ وانه بدون هذه الطاقة الهائلة المخزونة في النبات ، صغيره وكبيره على حد سواء ، لا يمكن للحيـــاة ان تبقى وان تستمر .

---

(١) صيغة الأحماض الأمينية المبسطة هي :ـــــ

```
        H
        |      Acid حمض
R  —  C  —  COO H
        |
      N H2   Amine
             أميني ( I )
```

الغليكوكول (glycocolle) وهي أبسطها.

(R) ذرة هيدروجين واحدة .

(R = Radical, group)

الأهرامات الغذائية والتغيّر في القامة وفي العدد

(١ – د) نشاط : سلسلة غذائية ذات ثلاث حلقات :

في حقل مزروع أو في حديقة البيت أو المدرسة ، حدّد بواسطة سلك معدني طوله متران ، مربعاً تحدّده بأربعة أوتاد تغرزها في التربة على زواياه الأربع . التقط جميع الكائنات الحيوانية التي تعيش ضمن هذا المربع ولا تنس أن تُرجع الحصى والحجارة التي اقتلعت إلى مكانها .

حاول إجراء سلاسل غذائية من الحيوانات التي جمعت . تحوي كل منها ثلاث حلقات على الأقل :

عُشب ←── آكل للعشب ←── آكل للحوم

لمساعدتك ، إليك بعض الإرشادات :

الفمعويات (Gasteropoda) هي آكلة للأعشاب .

الايزبودا (Isopoda) هي كائنات تقتات على الفضلات العضوية .

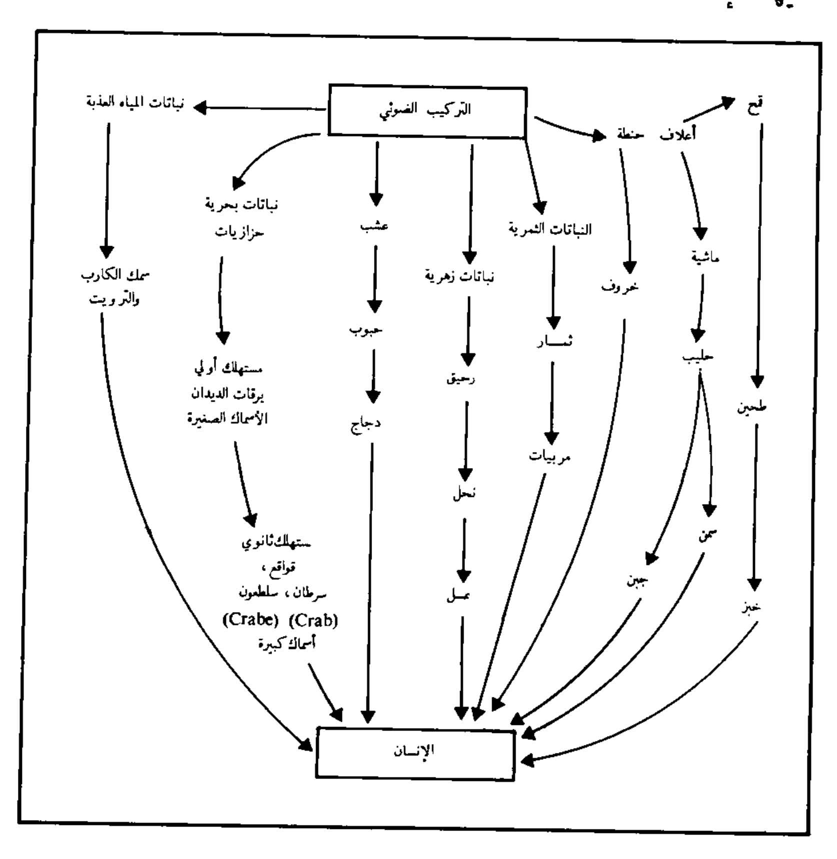
العناكب (Arachnidae) ذوات الأرجل المتعددة ، تقتات على اللحوم .

الخنفساء ، تقتات على الحيوانات الصغيرة السابقة الذكر .
في السلسلة الغذائية البسيطة التالية :

البذور أو الحبوب ←── الدجاجة أو الفرخة ←── الثعلب

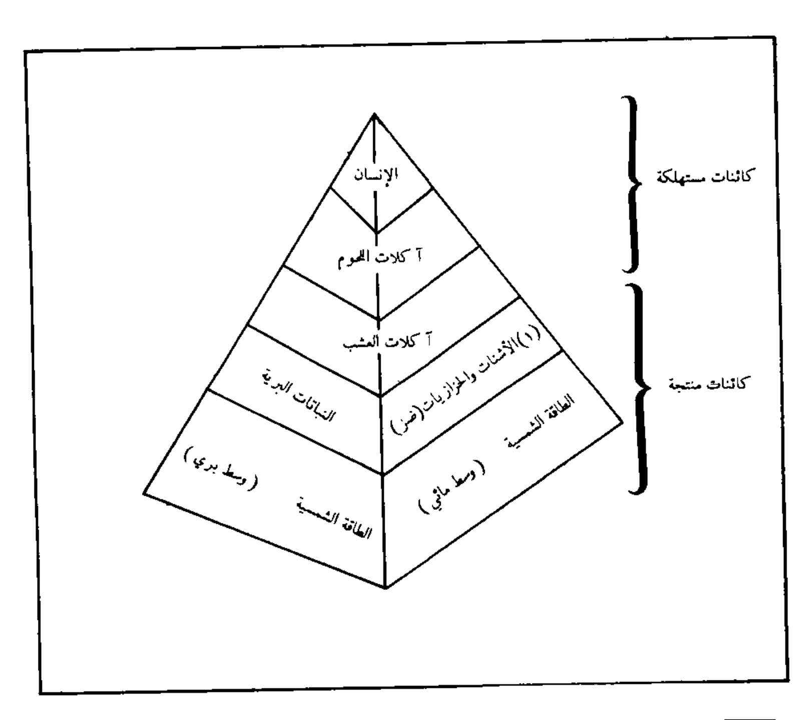
إن الحبوب تُستخدم كمصدر غذائي لحيوانات أُخرى غير الفراخ . والفراخ بدورها تكون فريسة لحيوانات أُخرى غير الثعالب وبنات آوى (Chacal) . لهذا السبب تتفرّع السلاسل الغذائية وتتشعّب بحيث تقودنا إلى **شبكة** غذائية . وتتسع هــذه الشبكة كلما كانت السلسلة التي ندرس ، أكثر طولاً أو أكثر تشعّباً .

وإليك على سبيل المثال إحدى الشبكات الغذائية التي يدخـــل فيها الإنسان :



وإذا استعرضنا مختلف الأمثلة للسلاسل الغذائية التي نعرفها . نلاحظ بسهولة تغيرات في إمتداد قامة أو حجم الكائنات الحية وعددها والتي تشكل بدورها **طبقات** في الهرم الغذائي . إلى جانب هذه التغيرات الحجمية والعددية هنالك تغيرات في الطاقة المبذولة من قبل هذه الكائنات .

إن الأهمية العددية **بالنسبة للوزن أو للطاقة** لمختلف الطبقات **تناقص تدريجياً من القاعدة إلى القمة** . وتتمثل هذه الطبقات بالهرم الغذائي أو الهرم البيئي . كما يمثله الشكل التالي :



(١) اشنات « حزازيات » (Algue = sea-weed)

من الملاحظ تجريبياً **ازدياد حجم أو امتداد قامة** الحيوانات اعتباراً من الطبقات الأولى في الهرم الغذائي لغاية الطبقات العليا الأخيرة . إذ أن الحيوان الأكبر الأقوى يقتات **بافتراس** الحيوان الأصغر الأضعف . والمثل الشعبي المعروف « السمكة الكبيرة تأكل السمكة الصغيرة » . ينطبق تماماً في هذا المجال .

فالأسماك الصغيرة تقتات مستهلكةً **البلنكتونات** المتناهية في الصغر . ولا تفعل الأسماك الكبيرة ذلك نظراً للوقت الهائل الذي تستلزمه هذه التسلية من جهة . ولعدم توفر كميات هائلة من البلنكتونات من جهة أخـــرى .

كذلك عدد الأفراد الحيوانية . فإنه يتناقص من القاعدة إلى القمة . بحيث يلزم بعض أطيار السنونو لتأمين غذاء صقر أو عقاب أو نسر . ولكن تأمين غذاء السنونو يتطلب أعداداً كبيرة من الحشرات .

لهذا السبب مثّلنا الطبقات المتتالية في الهرم الغذائي بمربعات مستطيلة تتناسب أطوالها مع عدد هذه الأفراد وكتلها الوزنية . بحيث نحصل في النهاية على شكل ثلاثي تتجه قمته إلى أعلى .

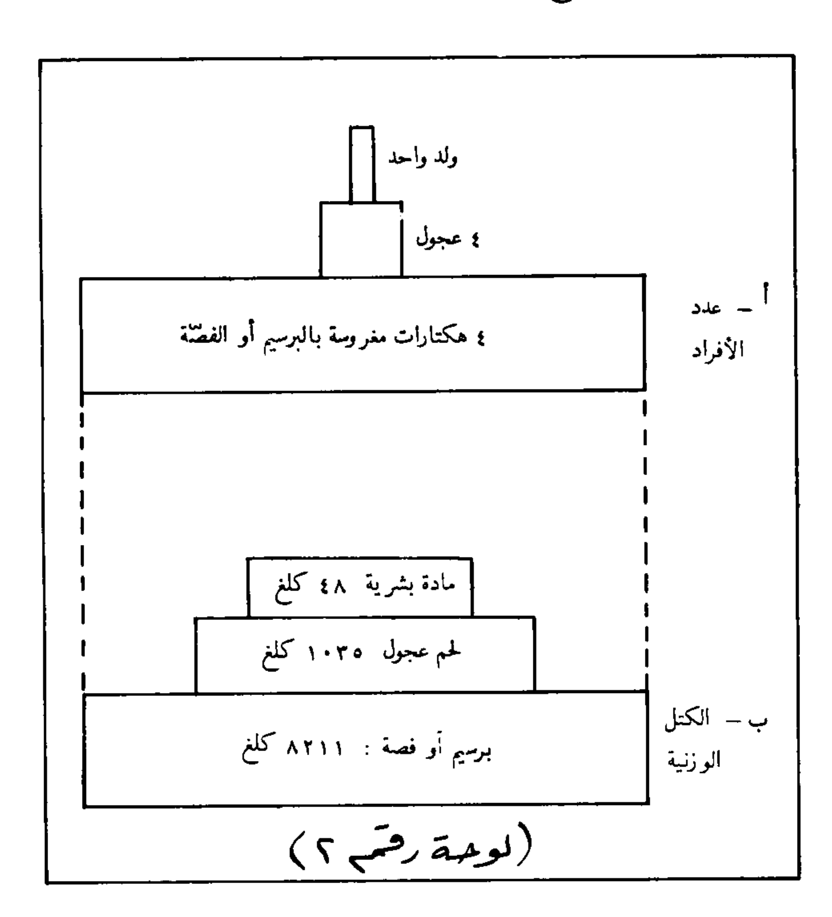
ويبيّن المثال التالي بصورة مبسّطة هـــذه النتيجة بإجراء **التجربة الميدانية** .

تجربـــة : إذا أخذنا حقلاً مزروعاً بالبرسيم (Vesce) مساحتـــه أربعة هكتارات ، ويكفي لتأمين الغذاء لأربعة عجول تشكل بمجموعها الغذاء البروتيني الواجب تناوله لتأمين

تغذية ولد وزنه ٤٨ كيلوغراماً خـــلال سنة كـــاملة .

نجد بعد إجراء البحوث الميدانية بأنه يلزم (٨٢١١) كيلوغراماً من البرسيم لإطعام العجول الأربعة البالغة (١٠٣٥) كيلوغراماً. ويبرز هنا التناقص الوزني بشكلٍ بيّن .

لإبراز ذلك بوضوح ، نمثّل النتيجة بالأشكال التالية :



(لوحة رقم ٢)

مطالعة إضافية :

من الملاحظ أن وجود الشبكات الغذائية وتعقيداتها قد يسهم باستقرار وثبات المنظومات البيئية . فإذا افترضنا أن سلسلة غذائية من الشبكة قد تلفت أو بادت (انقراض بعض الطيور بالقنص ، تأثير بعض الملوّثات كالنفط والمركبات الكيماوية الأخرى كمركبات الزئبق مثلاً والتي تودي بالأسماك في الأنهار وبالبلنكتونات في البيئة الاوقيانوسيّة المنتجـــة) .

إن فعل الهدم هذا لا يؤثر على استمرارية المنظومة البيئية ، ويرجع سبب ذلك لبروز سلاسل غذائية **تعوّض** (Compensation) هــذه الخسارة وتخفف من تأثيرها على **الاتزان الديناميكي** (homeostasie) في المنظومة البيئية .

والأمثلة على هذه الظاهرة كثيرة وذات أهمية قصوى **في التوازن** الطبيعي البيئي . فإذا أخذنا أية شبكة غذائية ؛ وافترضنا أن غالبية الأرانب قد أبيدت وتهددت بالانقراض بفعل وباء (**حدث ذلك فعلاً** في الجزيرة الاسترالية حيث أفنى مرض شبيه بالطاعون (Myxomatosis) الأرانب البرية التي كانت تهدد الغلال الزراعية) .

لا شك أن عدد أفراد الأرانب سيتناقص بشكل كبير مما يؤثر دون ريب عــلى الكائنات **المهيمنة طبيعياً** عليهــا (Predators, Predateurs) لأنها تعتمد عليها في أغراضها الغذائية ، وتتمثل هذه الكائنات بالصقور هكذا يبدو لنا لأول وهلة . لكنّ ذلك لا يحصل في الطبيعة نظراً لأن النقصان في تعداد الأرانب يوفر مصدراً كبيراً لغذائها ، وبالتالي مزيداً من الثمار والحبوب التي تشكل غذاء مثالياً **للجرذان** التي يكثر عددها

اضطرادياً ، مما يجذب الطيور المفترسة كالعقبان والصقور لتناول هذه الجرذان بديلاً عن الأرانب وبذلك يتسنى للأرانب الباقية **والتي قاومت الانقراض** أن تتكاثر بدورها وتزداد عدداً فتعود إلى عدد أفرادها الأصلي . **وبذلك يتم التوازن البيئي من جديد** .

وتجدر الإشارة في هذا المجال بأنه يحدث من حين إلى آخر خلل مؤقت زمنياً في أية منظومة بيئية ، تبعاً للكوارث التي تحصل (كالتغيرات المناخية المفاجئة والحرائق والفيضانات) وتدخل الإنسان الهدّام وغير العقلاني في استغلال البيئة كقيامه بالقنص غير المنظّم والصيد بالديناميت وقطع الغابات لأغراض التدفئة ، الخ ..

ويحصل في الغالب رجوع إلى الاتزان بفضل التركيب الديناميكي للشبكات الغذائية ، ويعبّر عن ذلك بلفظة (homeostasie) أي السعي الدائم لتحقيق التكاملية والاتزان بعد التخريب أو التعرض للفناء ، تماماً كما يحصل للجسد البشري المريض الذي يشفى بعد إصابته بالعلل . لكن حصول هذا الاتزان يتطلب وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً . فإن الذي يخرّبه الإنسان في برهة وجيزة (حرائق الغابات والأحراج مثلاً) يتطلب لبنائه أو إعادة تعميره أمداً بعيد المدى .

وتجدر الإشارة في هذا المجال للضرر الكبير والمدمّر أحياناً ، عند اللجوء إلى المضادات الحيويّة (Antibiotic) لأتفه أغراض العلاج . لأن ذلك يبيد البكتريات الإمعائية النافعة والتي تركّب الفيتامينات والمواد المضادّة (Antibodies - Anticorps) والأنزيمات (Enzymes) فيبتعد حينئذ الطبيب المعالج عن « الحكمة » . فالطبيب هو « الحكيم » حسب تعبير الرازي وابن سينا .

أسئلـــة (١)

(١ – هـ)

(١) أعطِ مثالاً يبيِّن سلسلة غذائية بسيطة .

(٢) لماذا يُعتبر الإنسان مستهلكاً من المقام الأول ومن المقام الثاني في آن واحد ؟ إشرح ذلك .

(٣) كيف يتغير امتداد القامة على مدى الهرم الغذائي ؟ إشرح : هل يزداد عدد الأفراد أم يتناقص عند ارتقائك درجات السلم الهرمي ؟

(٤) ما هي العلاقة بين قنصِ الطيور وزيادة الأمراض التي تنتاب الزراعات المختلفة؟. عدِّد بعض أنواع الطيور النافعة. هل تعرف بعض أنواع الطيور الضارّة ؟

بحث استقصائي

(٥) حاول تقديم بحث استقصائي ، منقباً في المراجع العلمية عن تكوين جبال المرجّان (Corail, Coral) في المحيط الهادىء وخطر زوالها بفعل التــلوُّث .

إشغال أو تعمير المنظومة البيئية (Colonisation, Colonization) :

التتابعية أو التعاقب في النشوء البيئي (Succesion) :

– عند شبوب الحرائق التي تلتهم أشجـــار الغابات والمروج .

---

(١) للإجابة عن الأسئلة المطروحة يرجى مراجعة الباب الرابع .

ـ عند جفاف البحيرات أو تجفيف المستنقعات .

ـ بعد الثورات البركانية وقذف الحمم الملتهبة .

ـ بعد فيضان الأنهار وقذف الطمي والأوحال .

يُلاحظ في كل من هذه الحالات انقراض مجاميع حياتية بكاملها بحيث يفسح المجال لإشغالها بمجاميع أُخرى جديدة .

وتجدر الإشارة بأن المجاميع الحياتية (نباتية وحيوانية) ، الأولية التي تُعمِّر أو تُشغل حيِّزاً بيئياً جديداً ، هي عرضةً للتغيير والتبديل ، لذلك نشهد ما يسمى بالتتابعية أو التعاقب للمجاميع الحياتية الواحدة تلو الاخرى حتى الوصـــول إلى اتزان بيئي (Climax) حيث تَثبُت المجموعة الحياتية الأخيرة وتُعمِّر طويلاً دون تغييرات جوهرية .

لندرس على سبيل المثال التعاقب أو النشوء البيئي في بيئة ترابيـــة صخرية محرومة إذن بادىء ذي بدء من العناصر الحية .

تتفتت «الصخرة الأم» بتأثير الأمطار والرياح والتغيُّر الحراري والعوامل المناخية الأخرى وتبرز على سطحها كتلة ترابية رقيقة مؤهلة لنشوء اللكنات (Lichens) فوقها ، واللكنات كما هو معروف مجموعـــة مختلطة تكاتفية أو تكافلية العيش (Symbiose.. Symbiotic life) من كائن حزازيّ **يكتنز الكلوروفيل** ومحروم من الجذور الماصّة ، وكائن فطري عديم الكلوروفيل وله جذور ماصّة (تكامل بين الكائنين الحياتيين) فاذا فصل احدهما عن الآخر قضيا معاً) .

ويمكن لهذه الكائنات مقاومة الظروف الصعبة السائدة في هذه البيئة الجافة ، بحيث تشكّل مادة غذائية وملجأ لعدد من الحيوانات المجهرية

والنباتات الاخرى المتناهية في الصغر .

وهذه المجموعات الحية تنمو وتتكاثر ولا تلبث أن تفنى وتموت . كما يحدث ذلك للكنات أيضاً . وتتكون المادة العضوية التي تتجمع على السطح بفضل تجزؤ وتفكك جثث هذه المجاميع الحية بحيث تزداد سماكة التربة مما يجعلها مؤهلة لاستقبال الطحالب (Muscinæ,Mousses) وهي كائنات أكثر تعقيداً من الكائنات التي سبقتها .

وبذلك تتم عملية إغناء **الغطاء النباتي** للتربة بالطحالب وتناقص اللكنات تدريجياً .

ثم لا تلبث مجاميع الطحالب أن تتناقص بدورها مُغْنِيَةً التربة بالمادة العضوية التي تتحول جزئياً بفضل الأجسام المفككة أو المحلّلة إلى مادة معدنية ، ويكون من شأن ذلك **زيادة التربة سماكة** وغنىً بالمواد الضرورية لتعايش الأعشاب التي تنغرس فيها رامية فيها الجذور الماصّة[1] .

وتتبع ذلك سيطرة النباتات العشبية تدريجياً على حساب الطحالب المتناقصة .

ويتمّ بخطوات وتحولات مماثلة استبدال الغطاء العشبي بغطاء شجيري لا يلبث أن يحلّ مكانه غطاء من الأشجار الكبيرة إذا توافرت الشروط البيئية الملائمة للاستنبات .

---

(١) يمكننا اعتبار أرز لبنان ، وأرز قبرص وجبال أطلس في المغرب العربي كمثال ، ربما لهذا الاتزان .

ويتمّ في الوقت نفسه ، وبشكل موازٍ للتعاقب النباتي ، تعاقب حيواني بحيث تكون الحيوانات الأولية الشاغلة للبيئة نباتية النهج الغذائي أو آكلة للعشب ثم تليها الكائنات المستهلكة الأخرى الثانوية المقام فالثلاثية فالرباعية .. بحيث يكون التعاقب الكياني موازياً لنظام السلسلة الغذائية أو لتدرّجها .

(١ – و) نشاط (١):

إشغال أو تعمير بيئة ترابية مضافة إليها أسمدة حيوانية :

خذ وعاء خزفياً معَداً لزراعــة النباتات الزهرية (الأزهار) . إملأه بمزيج من التربة والسماد العضوي الحيواني . إروه بانتظام مرتين في الأسبوع دون أن تضع فيه أية بذور .

لاحظ وتعرّف على النباتات الأولى أو الركائزية التي تبرز في البدء ثم لاحظ بروز الأنواع الأخرى الواحدة تلو الأخرى . عُدّها وحاول التعرّف عليها .

نشاط (٢) :

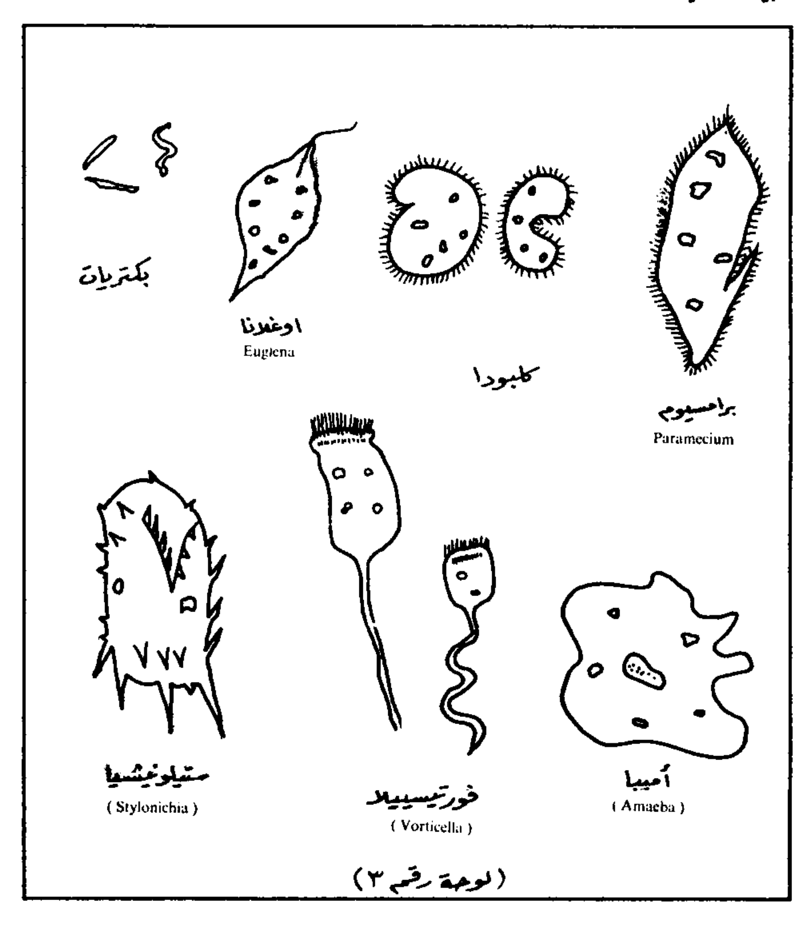
التعاقب في بيئة مائيّة :

إملأ دورقاً أو آنية زجاجية ماءً آسناً (يتأتى من إناء حفظ الزهور مثلاً) أضف إليه كمية من **التبن أو القش** (بقايا قشور سنابل القمح) وبقايا بعض النباتات .

ضع الإناء في مكانٍ مُعتم بمعزل عن الهواء الجاري حتى تتكون على سطحه غُلالة .

إفحص نقطة من هذا السائل تحت المجهر خـــلال ٥ أيام . ١٠ أيام ، ١٥ يوماً . ٣٠ يوماً .

لمساعدتك على التعرُّف على الأنواع التي تتعاقب إليك بعض رسوم وأسماء بعض الكائنات الحية التي ستقع تحت بصرك أثناء دراسة هذه البيئة المائية الآسنة .



(لوحة رقم ٣)

نشاط (٣) :

إبحث عن طبيعة المجموعات الحية التي تغزو تباعاً جثة حيوانية تالفة .

(١ – ز) أسئلة وتمارين :

(١) ما هو مفهوم أشغال البيئة أو تعميرها ؟

(٢) هل يعتبر ظهور وباء كالأنفلونزا أو النزلة الصدرية بمثابة إشغال بيئي ؟

(٣) أعطِ مثالاً للإدخال الطوعي من قبل الإنسان لنوع حيواني جديد .

(٤) ما هي الطرق والعوامل المشجعة لانتشار أجناس نباتية جديدة ؟

(٥) ما هي النتائج المترتبة على انخفاض عدد الطيور في بيئة ما ؟

(٦) ما هي الأسباب لتوفر مواسم الاثمار في سنة أكثر من أخرى في نظرك ؟

(٧) ما هو الفرق الرئيسي بين لفظتي « دينامية » « وتتابعية »؟

مطالعة وقراءة إضافية

كيف يحدث الخلل في الاتزان الطبيعي ؟

جرت مكافحة البعوض في بعض جزر اندونيسيا باستخدام الـ د.د.ت. (D.D.T.) بكميات كبيرة . فتناولت الجراذين بعضاً من حشرات البعوض التي ماتت متأثرة بالسُم الكيماوي . مما حدا بهذا

السُّم أن يتجمّع ويتركّز في أجساد هذه الجراذين او الجرذ .

وبتناول القطط للجراذين تسممت بدورها وتهددت بالانقراض ، مما جعل أقوام الجرذ والفئران تتكاثر وتغزو مساحات شاسعةً من الجزُر الاندونيسية مما جعل بدوره استقدام القطط وتربيتها أمراً ضرورياً لإعادة التوازن الطبيعي . وفي بعض المناطق قُذف بالقطط المستوردة من الجو لتعذّر سلوكها بالطرق البرية نظراً لوعورتها .

انسياب الطاقة (Energy Flow–Flux d'Energie) من خلال المنظومة البيئيّة

سنلمّ الآن بانسياب الطاقة أو سريّانها . ويعني ذلك سلوك الطاقة الضوئية النابعة من الشمس خلال الهرم البيئي في منظومة بيئية .

وتجدر الإشارة بأنه لترجمة أشكال الطاقة المختلفة (طاقة ضوئية . طاقة كيماوية) وتظهيرها بشكل كمي جرى حسابها على أساس السعرة او « الحرّات » أو (الكالوري) (Calorie) الحرارية كوحدة قياسية.

لأجل تعيين القيمة الحرارية لقطعة من اللحم مثلاً (طاقة كيماوية) يكفينا حساب كمية الحرارة المنطلقة باحتراق قطعة اللحم هذه .

وتجري عملية التقييم الحراري هذه في جهاز خاص يُعرَف باسم القنبلة المحرارية .

أولاً : (نشاط) (١ ـ حـ)

قياس الطاقة الضوئية بصورة مبسّطة :

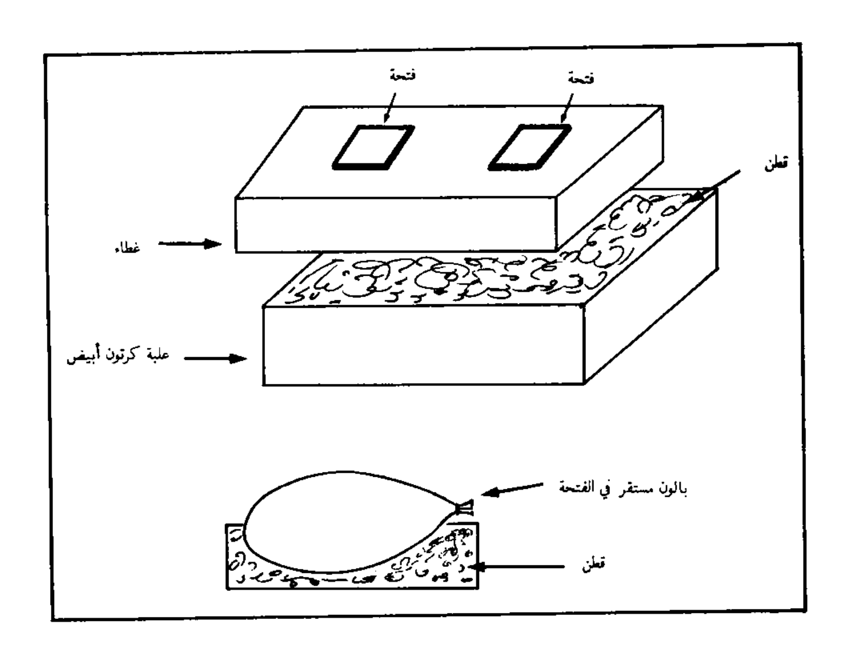
إجمع علبتين من الورق المقوى (الكرتون الأبيض) بمقـاس

١٥ — ١٠ — ٥ سم . إجعلها محشوّة بالقطن .

حاول ثَقْب غطائي العلبتين بمقاس ٥ — ٣سم في كل غطاء . إملأ أربعة بالونات من المطاط (أو فقاعات أو بالونات لعب الأولاد — اثنين زاهيي اللون واثنين قاتمي اللون) بـ ٥٠ سم٣ (ملليليتر) من الماء في كل واحدة منها .

استدل على درجة حرارة الماء في هذه البالونات وسجّلها . أقفل البالونات بإحكام بعد التأكد من طرد أكبر كمية من الهواء من داخلها .

ضع بالوناً زاهي اللون وبالوناً قاتم اللون في كل فتحة من فتحات علبتي الكرتون . بحيث يحتلّ البالون الفتحة المخصّصة له كما يظهر في الشكل الذي يلي :



عرِّض إحدى العلبتين لضوء الشمس .

أترك العلبة الأخرى في الظل .

انتظر ١٥ دقيقة .

إفتح العلبتين واستدل بسرعة (تجنباً للتبدُّد الحراري) على درجة حرارة الماء في كل من البالونات .

سجّل النتائج التي حصلت عليها كالسابق .

عيّن الفرق الحراري بين البالونات المعرّضة للشمس والبالونات الشواهد (Witness ، témoin) التي بقيت في الظل بإجراء عملية طرح بسيطة .

ترجم هذه النتائج إلى سُعرات . مستخدماً الطريقة الفيزيائية المـــألوفة :

M	=	$(t_2 - t_1)$	×	C
كتلة الماء	=	الفرق الحراري	×	(حرارة الماء النوعية)
بالغـــرام		(بالدرجات)		١ سع / غرام

إذا كان سطح كل فتحة يساوي ١٥ سم٢ . إحسب عدد السُعرات في المتر المربع/ ساعة . (زمن التعرض) لكلٍ من الألوان التي إخترتها . ثم حول هذه الأرقام الى كيلو سعر / م٢ / ساعة .

ثم بين :

– ما هو سبب الاختلاف الحراري في ماء البالون الزاهي والبالون القـــاتم ؟

– إذا أُجريت التجربة في فترة زمنية أُخرى من النهار . فهل نحصل على النتائج نفسها ؟

ثانياً : توزيع الطاقة الضوئية الشمسية على سطح التربة

إن النشاط السابق سمح لك تخمين الطاقة الضوئية التي وصلت إلى سطح التربة في فترة زمنية محددة من نهار مشمس وفي مكان محدّد . وهذه الطاقة تترجم بالكيلوسُعر / م٢ / ساعة . لا شك أن ذلك هو قياس تمريبي . وبأجهزة قياسيّة أدق توصّل علماء البيئة لتعيين القيمة الحرارية للطاقة الشمسية التي تحدق بمتر مربع واحد من سطح التربة في منطقة استوائية . والتي قدِّرت بمليوني كيلوسعر في السنة . بينما تبلغ هذه القيمة في بريطانيا مثلاً (٢٥٠) ألفاً من الكيلوسعر في العام على نفس المساحة المحدّدة بمتر مربع واحد .

هل تستطيع التنبؤ بأسباب ذلك الاختلاف ؟

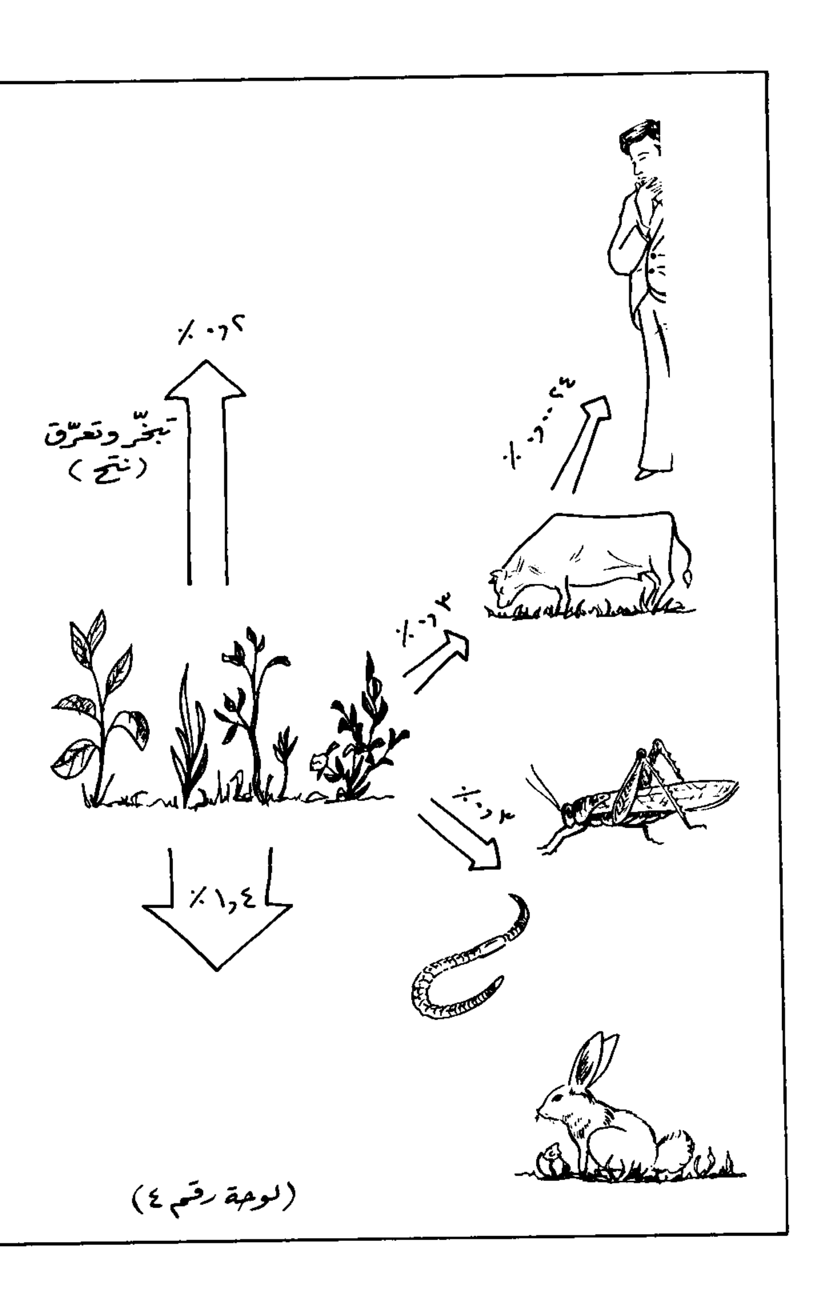
لا شك انه في سياق نهار ضوئي يختلف انحراف الزاوية التي تبلغ بها الأشعة الشمسية سطح الكرة الأرضية (بإمكانك الاعتماد على تجارب فيزيائية محضة للتحقق من ذلك في وحدة مستقلّة) .

ومن شأن هذا الانحراف في زاوية الأشعة الواردة تفسير الفارق الطاقوي الكبير بين المناطق الاستوائية ومناطق أوروبا الغربية . ترى ما هو وضع بلدك أنت فيما يتعلق بالطاقة الشمسية الواصلة إلى سطح التربة ؟ إن القياسات التي يمكن إجراؤها كفيلة بتبيان ذلك إلى جانب زوايا الأشعة الواردة أو الهابطة (Incident rays, Rayons incidents) .

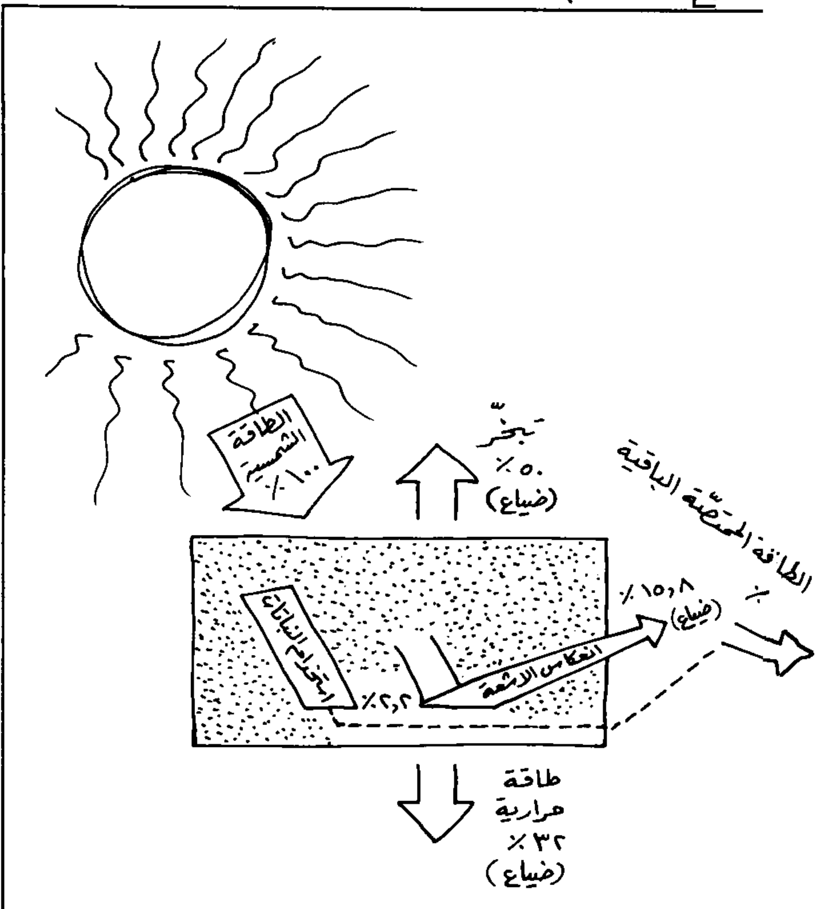
وهنالك تأثير الألوان البارز :

لا شك أنك تكون قد لاحظت في سياق النشاط الذي أجريت . انخفاض درجة الحرارة في ماء البالون الزاهي أو الفاتح اللون بالنسبة لماء البالون القاتم اللون (الأحمر خاصة) ويرجع سبب ذلك لأن البالون الفاتح اللون قد عكس مزيداً من الأشعة . الشيء الذي لم يحصل في البالون ذي اللون القاتم .

وستجد في الشكل الآتي مثالاً للطاقة الشمسية المنعكسة على سطح تربة مرعى .



(لوحة رقم ٤)



[١٠٠ - (٥٠ + ٣٢ + ١٥٫٨) = ٢٫٢٪ فقط]

توزيع الطاقة الضوئية الشمسية على مستوى سطح مرعى .

ثالثاً : الطاقة الشمسية المتحوّلة إلى طاقة حرارية

إن الأشعة التي لا تنعكس من شأنها أن ترفع درجة حرارة سطح التربة أو تُسخنها ، ومن السهولة ملاحظة اختلاف درجة حرارة السطح طيلة فترات النهار .

لاحظ في الرسم السابق قيمة هذه الطاقة التي تمتصها التربة (٣٢٪) في المرعى . وهناك قسم مهم يسهم في عملية التبخّر في النبات والنتح (Transpiration) أي فقـــدان الماء بشكل أبخرة وتعرّق النبـــات أو فَقْـد الماء من خلال الثُغرات الموجودة في سطح الأوراق (Stomata).

واللوحة التالية تُعطي جردة إجمالية للنُسب الطاقوية المستعملة من قبل النباتات الخضراء وهي قيمة ضئيلة جـــداً بالنسبة للطاقة الضوئية الهائلة. وتبلغ هذه القيمة في حدّها الأقصى (٥٪) وهي عادة تتراوح بين (١ و ٢ ٪) .

الطاقة الإجمالية	١٠٠٪
١٥،٨ ٪	الطاقة المنعكسة .
٣٢ ٪	الطاقة التي تمتصها الأرض المتحولة إلى طاقة حرارية.
٥٠ ٪	الطاقة الضرورية لتبخير المياه .
٢،٢ ٪	الطاقة المتبقية .

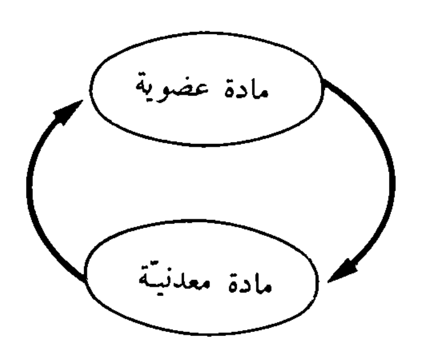
رابعاً : مصير ٢،٢٪ من الطاقة الإجمالية التي تصل إلى سطح تربة المرعى موضوع الدراســـة

هذه الطاقة تستخدمها النباتات الخضراء في عملية التركيب الضوئي

أو التمثيل الكلوروفيلي ، وتمثل حوالي (٢،٠) بالمائة فقط من الطاقة الضوئية الإجمالية ، إذن من الكمية الطاقوية الهائلة التي تصل إلى الأرض . تستعمل النباتات منها نزراً يسيراً لا يتجاوز (٢ ٪) في سبيل تأمين المادة العضوية مصدر الغذاء في السلاسل الغذائية .

ففي هذا المرعى ، ماذا يحدث لهذا النزر اليسير من الطاقة التي حوّلتها النباتات الخضراء إلى مادة عُضوية مستخدمةً غاز ثاني اوكسيد الكربون والماء التي امتصتها الجذور مع الأملاح المذابة ؟

فعند موت النباتات . (٧١ ٪) من هذه الطاقة المخزنة تستخدمها الكائنات المفككة (الفطريات والبكتريات) في عمليات التحـــويل (مادة معدنية) .



والتي ستكون موضوع الدرس في الدورات الطبيعية للعناصر التي مـــن شأنها إقفال السلسلة دائماً ، وإلاّ حدث الانحلال في الوجود والفناء التام .

أما الكمية الباقية فتُستخدم في تأمين تغذية الكائنات الأولية المقام (آكلات العشب) كالأبقار التي يربيها الإنسان والحيوانات الأخرى

وتوازي الكمية الطاقوية التي تستخدمها الحيوانات المنتجة للحوم كالأبقار ، (٠،٣ ٪) من الطاقة المخزنة . وكما يظهر ذلك بجلاء في الأشكال السابقة الموضحة .

وتستعمل الأبقار فقط (٤ ٪) من هـذه النسبة (٠،٣ ٪) في أغراض بناء الأنسجة الحيوانية (Animal tissues) .

وبالنسبة للطاقة الضوئية الكلية الممتصّة ، تمثل النسبة التي تكسبها الأبقار (٠،٠١٢) بالمئة من الطاقة الإجمالية الممتصّة والمخزنة :

$$\frac{٠،٣ \times ٤}{١٠٠} = \frac{١،٢}{١٠٠} = ٠،٠١٢$$

وعندما يستهلك الإنسان لحوم الأبقار ، لا يستخدم في عملية غذائه إلاّ (٢٠ ٪) فقط من وزن الثور الحي (لأنه لا يأكل لا الجلد أو العظام ولا الحوافر أو القرون ولا الجزء الأكبر من الأعضاء الداخلية) .

فعندما يتناول الإنسان لحوم الأبقار في شؤون تغذيته ، لا يستعمل إذن إلاّ جزءاً صغيراً جداً من الطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض ، ولا تتجاوز هذه النسبة (٠،٠٠٢٤ ٪) .

$$\frac{٢٠ \times ٠،٠١٢}{١٠٠} = ٠،٠٠٢٤ ٪$$

(١ – ط) أسئـلة(١)

(١) في أي مستوى في الهرم البيئي يتوجب على الإنسان أن يبحث عن مصدر غذائه تلافياً لهدر الطاقة وضياعها ؟

---

(١) يرجى مراجعة الباب الرابع للإجابة عن الأسئلة المطروحة .

(٢) في أي جزء من النبتة الخضراء تتركز العناصر الغذائية وتتوفر بشكل أكبر ؟

في الجذور ، في الساق ، في الأوراق ، في الأزهـــار ، في الأثمار ، أم في الجذور ، لمـــاذا ؟

(٣) إذا توفرت جميع الأحماض الأمينية الضرورية لتغذية الإنسان ، في الغذاء النباتي المصدر . فهل يستطيع الإنسان أن يستعيض كلية ويستغني عن تناول اللحوم ؟ هل توجد لدى بعض الناس هذه العادة الغذائية؟ أين ؟

(٤) ما هي العناصر الغذائية الأغنى طاقوياً ؟

الفصل الثاني

الدورات في المنظومات البيئية

رأينا في سياق الدروس السابقة بأن استمرارية الحياة تتعلق بشكل مباشر أم غير مباشر ، بعملية التركيب الضوئي (Photosynthesis) ولذلك يتأمن العيش الحياتي على مستوى المنظومات البيئية جميعها ، أي على مستوى الكرة الحياتية .

وتتمكن النباتات المنتجة بهذه الوظيفة إذن ، من تأمين الغذاء مستغلة ضوء الشمس من جهة والعناصر المادية الطبيعية كالماء وثاني أوكسيد الكربون والأملاح المعدنية من جهة ثانية .

الضوء والمادة هما إذن الركيزتان الأساسيتان للحياة .

والضوء كما تعلم هو شكل من أشكال الطاقة ، والطاقة الضوئية المستعملة في عملية التركيب هذه أو عملية البناء ، لا تعود إلى الشمس من جديد بحيث يحصل انسياب الطاقة في اتجاه واحد من الشمس إلى المنظومة البيئية ، وليس في اتجاه آخر .

ويستلزم هذا ، سيلاً متواصلاً من الطاقة إلى المنظومات البيئية .

ولا يحصل الشيء نفسه بالنسبة للعناصر المادية المستخدمة في البناء ، فهذه العناصر لا تفقد إطلاقاً إنما تسري بشكل متواصل في المنظومة البيئية بشكل دورات مقفلة . فكيف يحصل ذلك ؟

(٢ـ١) المادة العضوية والمادة اللاعضوية :

(Organic and inorganic matter)

لا شك بأنك على دراية بأن للمواد شكلين مختلفين : **المادة العضوية والمادة غير العضوية** أو المعدنية .

ويتشكّل عالم الجمادات (أو غير الحي) من المادة غير العضوية كالماء مثلاً ، وثاني أوكسيد الكربون بينما يتشكل العالم الحي من المادتين العضوية وغير العضوية ، كالمادة النشوية (القمح والأرز والبطاطا) وزلال البيض وهو من البروتينات وسكر العنب أو الغلوكوز (glucose) وهو من السكريات ، والزيت والزبدة وهي من الدهنيات .
وتدخل في تركيب كل من المادة العضوية وغير العضوية العناصر الكيماوية نفسها ولكن **بنسب متفاوتة** .

وتعطيك اللوحة التالية النسبة المئوية لبعض من هذه العناصر في قشرة الأرض من جهة ، وعند الإنسان والذرة (Zea maïs) من النبات ، من جهة أخرى.

العنصر والرمز	**٪ كتلوياً الإنسان**	**٪ كتلويا قشرة الأرض**	**٪ كتلويا (by mass / en masse) الذُرَة**
الأوكسجين (O)	٦٥،٠	٤٩،٠	٧٥،٠
الكاربون (C)	١٨،٠	٠،٠٩	١٣،٠
الهيدروجين (H)	١٠،٠	٠،٨٨	١٠،٠
النيتروجين (N)	٣،٣	٠،٠٣	٠،٤٥

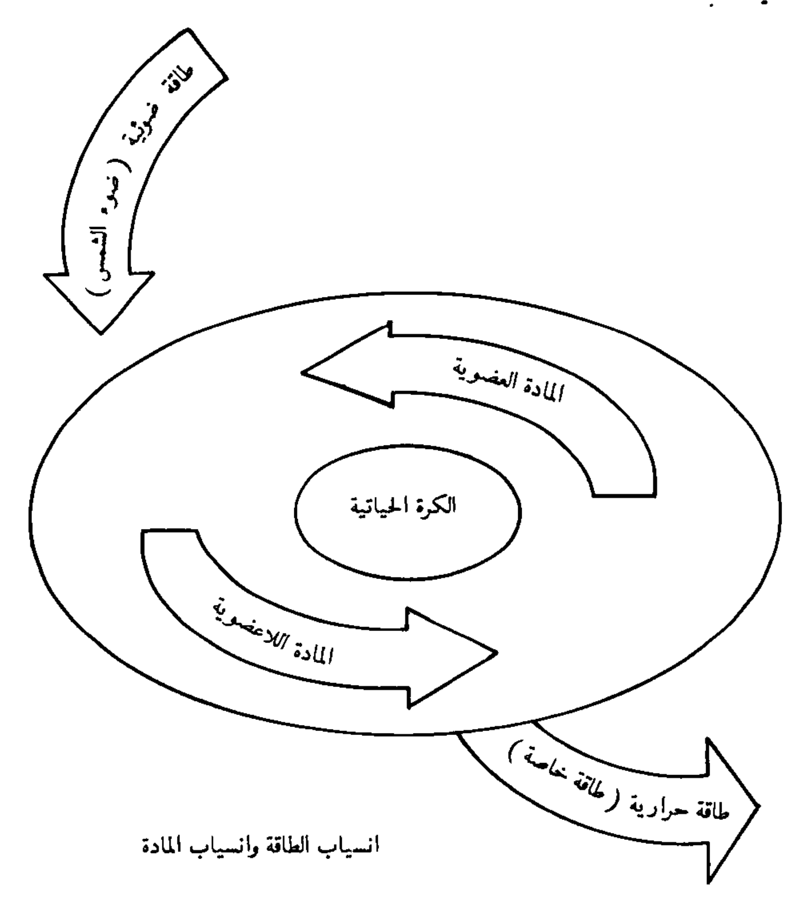
الكالسيوم (Ca)	١،٥	٣،٤٠	٠،٠٧
الفوسفور (P)	١،٠	٠،١٢	٠،٠٦
البوتاسيوم (K)	٠،٣٥	٢،٤٠	٠،٢٨
الكبريت (S)	٠،٢٥	٠،٠٥	٠،٠٥
الصوديوم (Na)	٠،٢٤	٢،٦٠	نسبة ضئيلة
الكلور (Cl)	٠،١٩	٠،١٩	٠،٠٤
المغنيسيوم (Mg)	٠،٠٥	١،٩	٠،٠٦
الحديد (Fe)	٠،٠٠٥	٤،٧	٠،٠٣
المنغنيز (Mn)	٠،٠٠٠٣	٠،٠٨	٠،٠١
السيليكون (Si)	نسبة ضئيلة	٢٥،ـــ	٠،٣٦

(٢ ـ ٢) مبدأ الدورة : (Cycle)

إذا كانت الطاقة الشمسية المثبتة في الكرة الحياتية لا تعود إلى مصدرها فإن العناصر التي يقترضها عالم الأحياء في عالم الجمادات، تدور عائدة إلى مصدرها وبصورة دائمة.

ومن البديهي، ان الكائنات المنتجة تحوّل المادة غير العضوية بصورة مستمرة إلى مادة عضوية. وبفضل الكائنات المحللة من جهة وظواهر أخرى تعرفها كالتنفس والاختمارات والحرائق من جهة ثانية، يتم تحويل المادة العضوية إلى مادة لاعضوية، وهكذا دواليك. وبذلك تكون العناصر المادية في عملية سريان أو دوران مستمر، وهذا ما يشكل الدورة أو الدورات الطبيعية.

وفي شأن ذلك تأمين ما يسمى بالتوازن الطبيعي لأن الإخلال في هذا التوازن يسهم بالانقراض التدريجي للكائنات الحية نظراً **للارتباط** الوثيق بين **السبب والمسبّب** .



انسياب الطاقة وانسياب المادة

وسنستعرض الآن الدورات الطبيعية لأربعة من العناصر المألوفة ، وهي الكاربون والأوكسجين والهيدروجين والنيتروجين .

(٢ ـ ٣) دورة الكاربون

إن المصدر الرئيسي لعنصر الكاربون الضروري للكائنات المنتجة يتوفر من غاز ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الجو (أو المذاب في الماء بالنسبة للنباتات المائيـــة) وتتراوح نسبة هـــذا الغاز في الجو بين (٠،٠٣ و ٠،٠٤) حجمياً .

ومن جهة أُخرى تشكل الصخور الكلسية الغنيّـــة بالكاربونات (CO_3^-) خزاناً طبيعياً للكاربون في عالم الجمادات. لكنه لكي يتسنى للكائنات المنتجة استخدام هذا العنصر يتوجب إذابته بمياه الأمطار .

ويشكل النفط والفحوم الطبيعية مصدراً ثالثاً للكاربون ، لكن هذا العنصر لا يتداخل في عملية التمثيل إلا بعد اشتعاله وتحوّله إلى ثاني أوكسيد الكربون .

وبفضل عملية التركيب الضوئي يتم تحويل ثاني أوكسيد الكاربون بواسطـــة النباتات الخضراء المنتجـــة إلى مركبات عضوية كالنشاء والغلوكوز والسليلوز .

إذن تنساب المركبات العضوية من حلقة إلى أُخرى في السلسلة الغذائية . والجدير بالملاحظة أنه في كل مستوى أو حلقة ترجع عملية التنفس المرتبطة بالحياة ارتباطاً وثيقاً ، إلى الهواء الجوي أكبر جزء من « عنصر الكربون » بشكل مركب ثاني أوكسيد الكربون بينما يتم استهلاك الجزء العضوي من الكربون غير المستعمل من طرف الكائنات الحيّة التي تشكل الحلقة اللاحقة بواسطة الكائنات المحللة حيث تحصل سلسلة من عمليات الهدم والتحليل مختلفـــة في الأمد ، وحيث يعود العنصر الكربوني إلى المخزن الجوي بشكل غاز ثاني أوكسيد الكربون ، وبذلك يتم إقفال الدورة .

دور مياه المحيطات في إقفال الدورة :

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \underset{(٢)}{\overset{(١)}{\rightleftharpoons}} \underbrace{Ca^{++} + 2(HCO_3)^{-}}$$

كاربونات الكالسيوم — أيونات هيدروجينوكاربونات الكالسيوم

« أنظر رسم دورة الكاربون »

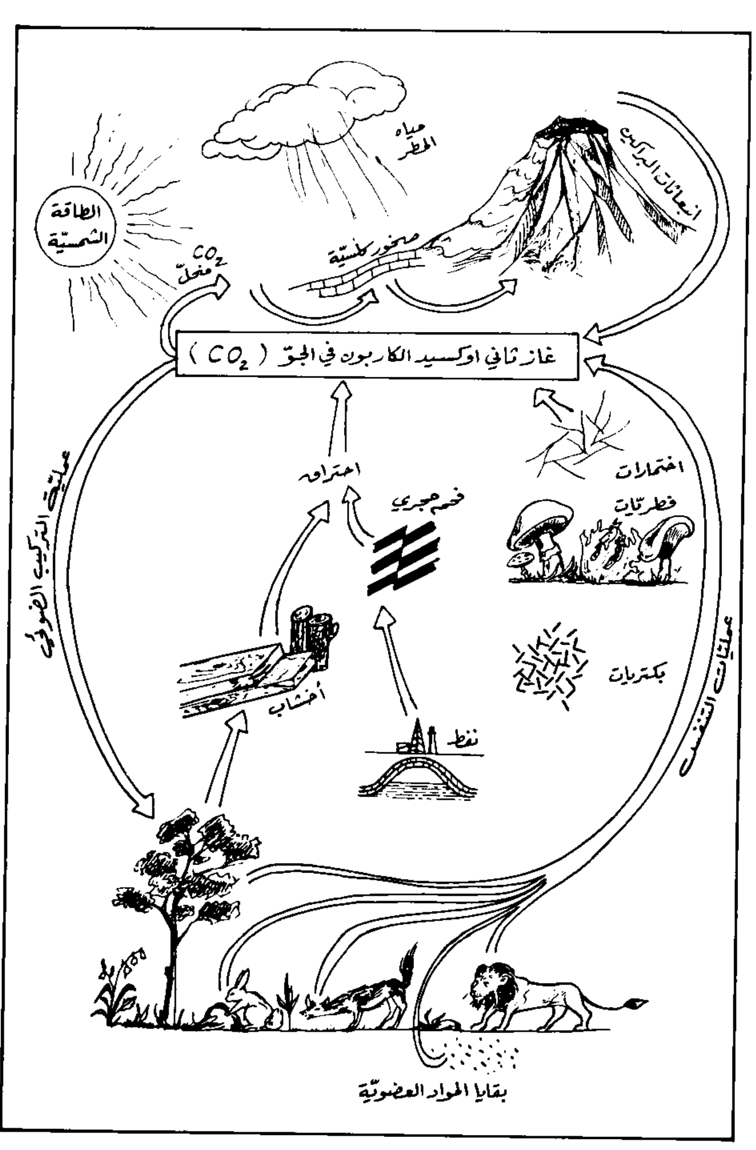
تفاعل (١) : يحدث عندما تزداد نسبة CO_2 في الجـــو فتنحل الصخور الكلسية (كاربونات الكالسيوم) $CaCO_3$ في مياه المحيطات والبحار ، الخ ..

تفاعل (٢) : يحدث عندما تنقص نسبة هذا الغاز في الجـــو ، بحيث تلعب الماء (٤/٥ اليابسة) دوراً « الميزان » لتثبيت نسبته في حدود ٠,٠٣ بالمائة حجمياً مما يسمح للنبات أن يقوم بوظيفته الإنتاجية بالوجه الأكمـــل .

(٢ ــ أ) نشاط

ــ ضع آنية محلول السكر في الماء ، أو عصارة ثمرة متوفرة مـــع خميرة الجعة (البيرة) أقفل الآنية بسدادة تخترقهـــا أنبوبة التصعيد المعوجّة والتي تصل في نهاية مسارها إلى وعاء فيه محلول رائق الكلس $(Ca^{++} + 2OH^{-})$.

ــ ماذا تلاحظ بعد عدة أيام لمحلول رائق الكلس ؟



دورة الكاربون في الطبيعة

- أين هو مصدر الغاز المنبعث والذي عكر صفو رائق الكلس ؟ ما هو هذا الغاز ؟ هل تعرفت عليه ؟ وهل يسهـــل الكشف الكيماوي عنه ؟
- إنزع السدادة فبماذا تشعر وتحسّ ؟ تذوق طعم المحلول هل هو حلو المذاق كالسابق ؟ ما هو التعليل الكيماوي للطعم الحامضي الجديد ؟ إشرح ذلك معللاً .

(٢ – ٤) دورة الهيدروجين

يشكل الماء مصدراً لعنصر الهيدروجين للكائنات المنتجة ، ومن المسلم به كيماوياً أن الماء يتركب من اندغام عنصري الهيدروجين والاوكسجين بنسبة (٢ إلى ١) حجمياً .

وتجدر الإشارة إلى أن الماء التي تمتصها جذور النباتات تنحل متفككة بواسطة عملية التركيب الضوئي منتجة الهيدروجين الضروري في تركيب المادة العضوية الجديدة . وهذه الأخيرة تكون فريسة للحيوانات التي تعتمدها في عملية تغذيتها ، وبذلك يتداخل الهيدروجين في السلسلة الغذائية بصورة مائية ، بواسطة الكائنات المتمثلة بالنباتات الخضراء ، ويسري هذا العنصر في مختلف حلقات السلسلة .

ويتسنى للكائنات الحيوانية أيضاً استلاب الهيدروجين بصورته المائية .

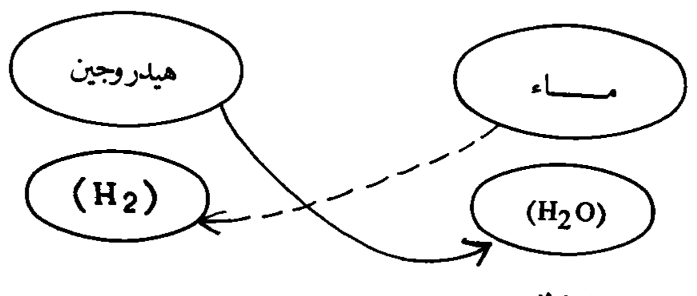
ويعود الهيدروجين هذا إلى الفضاء بشكل بخار الماء الذي تغلّفه في الجوّ النباتات والحيوانات على حد سواء في عمليات التنفس الحيوية والاطراح النتحي .

وتلعب الكائنات المحللة كالبكتريات والفطريات دوراً مهماً في

تحويل الأجزاء المتبقية من عنصر الهيدروجين بصورته المائية هذه .

ومن الجدير بالذكر أن تأثير الأنزيمات يحدث اندغام الهيدروجين المحرر في الوسط الخلوي مع الأوكسجين الوافد بعمليــة التنفس لتكوين الماء (H_2O) .

وترتبط دورة الهيدروجين في الطبيعة إذن ، بدورة الماء ، الشيء الذي يمكنك تلخيصه بالشكل الآتي :



(٢–) نشاطات

(١) انفخ على لوح زجاج بارد . ماذا يتكوّن على سطح هذا اللوح ؟

– من أين تتأتى نُقيطات الماء ؟؟

– ماذا يمكنك أن تستنتج ؟؟

(٢) **النتح عند النبات :**

خذ نبتةً فتية مغروسة في وعاء طيني . غلّفها بكيسٍ من النايلون الشفّاف واربط فتحـــة الكيس في أسفل النبتـــة . لاحظ تكوّن نقيطات الماء بعد مضي (٢٤) ساعة على جوانب الكيس الداخلية . ممَّ تتأتى هذه الماء ؟؟

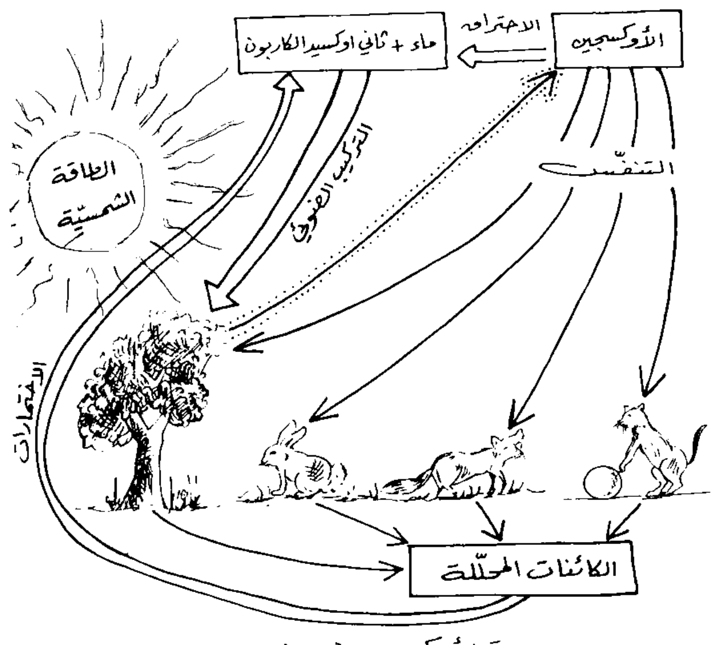
(٢ – ٥) دورة الأوكسجين

من المعلوم أن النباتات الخضراء المعرَّضة للضوء تقذف الأوكسجين خارجاً وتمتصّ غاز ثاني أوكسيد الكربون (التركيب الضوئي) .

وفي الوقت نفسه تستخدم النباتات غــاز الأوكسجين كما يستخدمه الإنسان والحيوانات الاخرى في عملية التنفس الحيوية . كما يستلزم الاحتراق الصحيح توفر الأوكسجين .

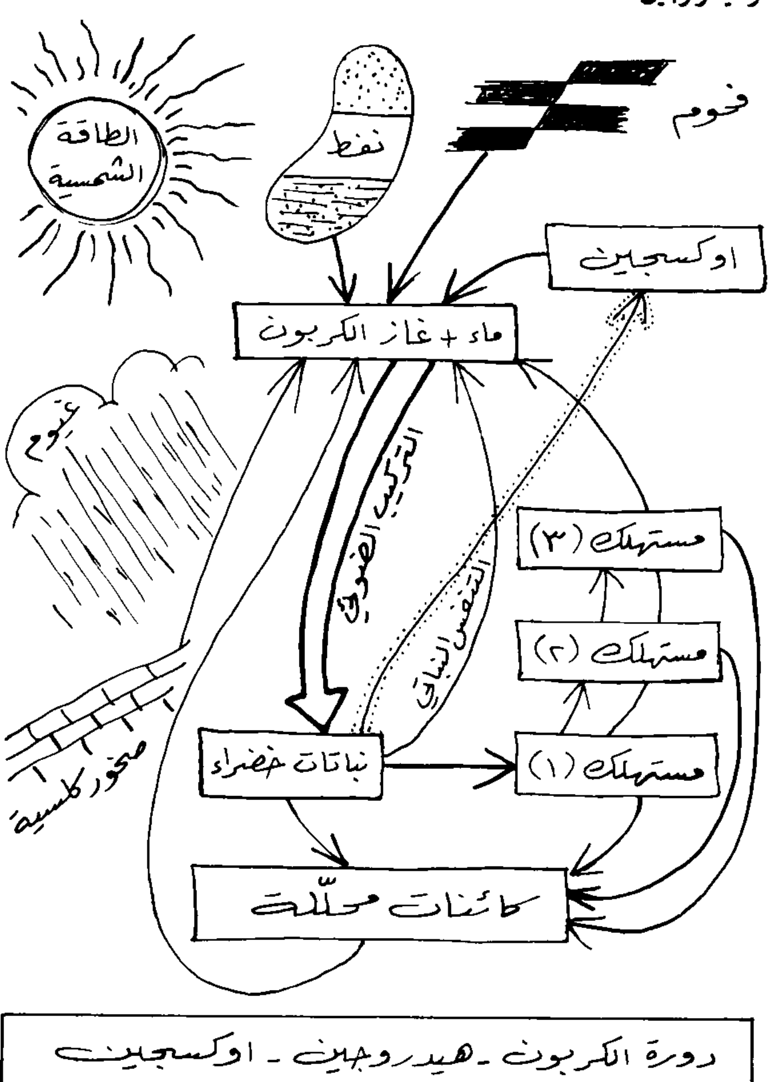
ومن الملاحظ أن حجم الأوكسجين الممتص في هذه العمليات الحياتية وعمليات الاحتراق ، يساوي حجم الأوكسجين الذي تطرحه النباتات في عملية التركيب الضوئي .

وبذلك يحدث توازن دائم في تركيب الهواء الجوي .



دورة الأوكسجين في الطبيعة

سنلخص الآن في شكل جامع موحّد **دورة الكربون ،والأوكسجين ، والهيدروجين .**



دورة الكربون - هيدروجين - اوكسجين

هــــــل تعــــلـــــم ؟

– أن العلماء يقدرون كمية ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الجوي بـ (٧٠٠) مليار طن ؟

– وأن بعض علماء البيولوجيا يقدرون كمية الكربون المثبتة بواسطة النباتات الخضراء النابتة في التربة البرية وحدها بكمية (٢٠) مليار طن في السنة ؟

ومن الواجب إضافة كميات هائلة أُخرى تثبتها الكائنات المنتجة التي تحيا في البحيرات والمحيطات .

وتجدر الإشارة في هذا المجال بأن هذا الرقم يشكل ما يسمى بالإنتاجية الخام ، لأن نصف كمية « الكربون العضوي » هذا تستهلك أو تحرق بعمليات التنفس الحيوية التي تحدث للكائنات المنتجـــة .

وان الكمية التي تتوفر أو تبقى للكائنات المستهلكة الأولية قبل هذه الكائنات ، إذ أن الكائنات المحللة تتلف هذه الكميات المتبقية في أغراضها المعيشية .

(٢ ــ ٦) دورة النيتروجين

من المعروف أن عنصر النيتروجين هو أساس لاستمرارية الحياة ، لأنه يدخل في تركيب سيتوبلاسما الخلية الحيـــة ، ويتناوله الإنسان بصورة أغذية بروتينية كاللحوم والبيض والأسماك والألبان ، وهي

بروتينات حيوانية إلى جانب الغذاء البروتيني النباتي كالحبوب (العدس ، الفاصوليا ، الفول ، فول الصويا ، القمح ، مادة الغلوتين (gluten) ..الخ).

وتمتصّ النباتات المنتجة هذا العنصر بشكل أملاح مذابة تتكون معظمها من النيترات (No_3) والأملاح الأمونية +(NH_4)، ويتم تحويل هذه الأملاح خلال عملية التركيب الضوئي إلى مركبات نيتروجينية أو بروتينية.

وعندما تستهلك آكلات الأعشاب أو الكائنات المستهلكة الأولية المقام النباتات ، يتداخل النيتروجين في السلاسل الغذائية .

وبعد افتراس هذه الكائنات ، من قبل آكلات اللحوم يتم انسياب أو سرَيان المادة النيتروجينية أو الآزوتية في الأنسجة الحيوانية .

ويتم رجوع المادة النيتروجينية إلى التربة بواسطة الفضلات النيتروجينية والنباتية الناتجة من الاطراح الحيواني (كالبول) والجثث الحيوانية والنباتية التي تفككها البكتريات والفطريات ، محوّلةً إياها إلى أملاح امونية تنحل في مياه التربة . وهنا يبرز دور أنواع أُخرى من البكتريات التي تحوّل هذه الأملاح الامونية إلى أملاح النيترات القابلة للامتصاص على مستوى شعيرات الامتصاص في الجذور النباتية .

نيتروجين الجوّ :

هل يمكن للنيتروجين المتوفر في الهواء الجوي بنسبة ٤/٥ حجمياً، أن يُستعمل مباشرة أو يُمتص بواسطة النباتات المنتجة .

من المعروف بأنه ينبغي لاستخدام النيتروجين الجوي تثبيته على التربة بواسطة بكتريات خاصة تعرف باسم البكتريات المثبتة للنيتروجين ، حيث يتحوّل إلى نيترات تتراكم في التربة بعد موت هذه البكتريات وتتحوّل إلى أملاح امونية ، ويتم تحويل النيتروجين هـــذا في جسد البكتريات بغية تركيب مادتها البروتينية الأصلية .

بكتريات النباتات القرنية أو البقليات (Legumineuses - Leguminosae)

إذا اقتلعنا جذور نباتات قرنية كالفول أو اللوبيـــاء أو البرسيم ، نلاحظ بعدغسل هذه الجذور وجود انتفاخات أو عقد (Nodosités-Nodules) تأوي مجموعات من البكتريات المهمة في التغذية الآزوتية للنباتات التي تأويها (نسق من الحياة التكافلية أو التكاتفية Symbiotic) بحيث تؤمّن البكتريات مادة النيترات للنبتة المضيفة بينما تؤمّن النبتة الأغـــذية الكربوهيدراتية للبكتريات التي تأويها .

البكتّريات المحلّلة للنيترات

نجد في بعض أنواع التربة التي تنقصها التهوية الصحيحة ، والغنية بالأملاح الامونية وأملاح النيترات ، بعض البكتريات الضارة التي تفكك أملاح النيترات مطلقة النيتروجين الحر إلى الجو ، وبذلك تفتقر التربة إلى هذا العنصر الأساسي في التوازن الحياتي .

ملاحظـــة :

تجدر الإشارة إلى دور الشحنات الناتجة من البرق في إغناء التربة بعنصر النيتروجين ، حيث يتحد جزئياً مع الأوكسجين في الهواء الجوي وينساب إلى التربة مع نقط المطر مؤمّناً تثبيت النيتروجين بطريقـــة غير مباشرة فوق التربة وإغنائها بهذا العنصر الهام .

(٢ ـ ج) نشاطات

(١) إقتلـــع بعض أغراس الفول محاولاً عـــدم قطع جذورهـــا . إغسل هذه الجذور وحاول التعرّف إلى العقد البكترية فيها .

وقد لاحظ الفلاح في الأقطار العربية أنه بعد غرس التربة بنبات القمح أو البطاطا ، يتوفر له إنتاج أكبر ، إذا كانت

هذه التربة نفسها قد غُرست من ذي قبل بنبات قرنيّ أو بقليّ (برسيم، لوبياء، فاصوليا، عدس .. الخ).

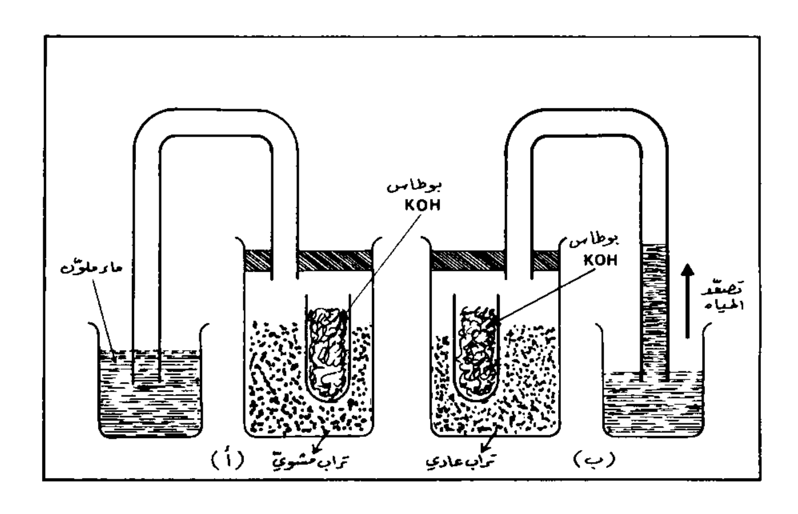
لذلك اعتمد **الفلاحون** الزراعة **المتناوبة** بحيث تُغرَس الأرض في السنة الأولى بنبات قرنيّ، وفي السنة الثانية بأنواع أخرى تستفيد من المركبات النيتروجينية التي وفّرتها غراسة النباتات القرنية في التربة.

(٢) التحقق من وجود البكتريات في التربة

خذ من حديقة المنزل أو المدرسة أو الحقل كميتين متساويتين من الأتربة.

سخن إحدى هاتين الكميتين **لمدة ساعة**.. ثم ضع كلا منهما كما هو مبيّن في الجهاز المرسوم أمامك.

ملاحظة: البوطاس (KOH) له قدرة امتصاص ثاني أوكسيد الكربون.



ومن الجدير بالذكر انه عند موت النبات القرني وموت البكتريات بالتالي (الحياة التكافلية) ، تتجزأ البروتينات المكونة لأجسادها إلى أملاح امونية مغنيةً التربة بعنصر النيتروجين .

- نلاحظ تصعُّد الماء الملون في الجهاز (ب) في الأنبوبة المعكوفة . لمـــاذا ؟

- كيف تعلّل عدم تصعيد الماء الملون في الجهاز (أ) ؟

- ما هي الأجسام التي أُبيدت عند تسخين التربة ؟

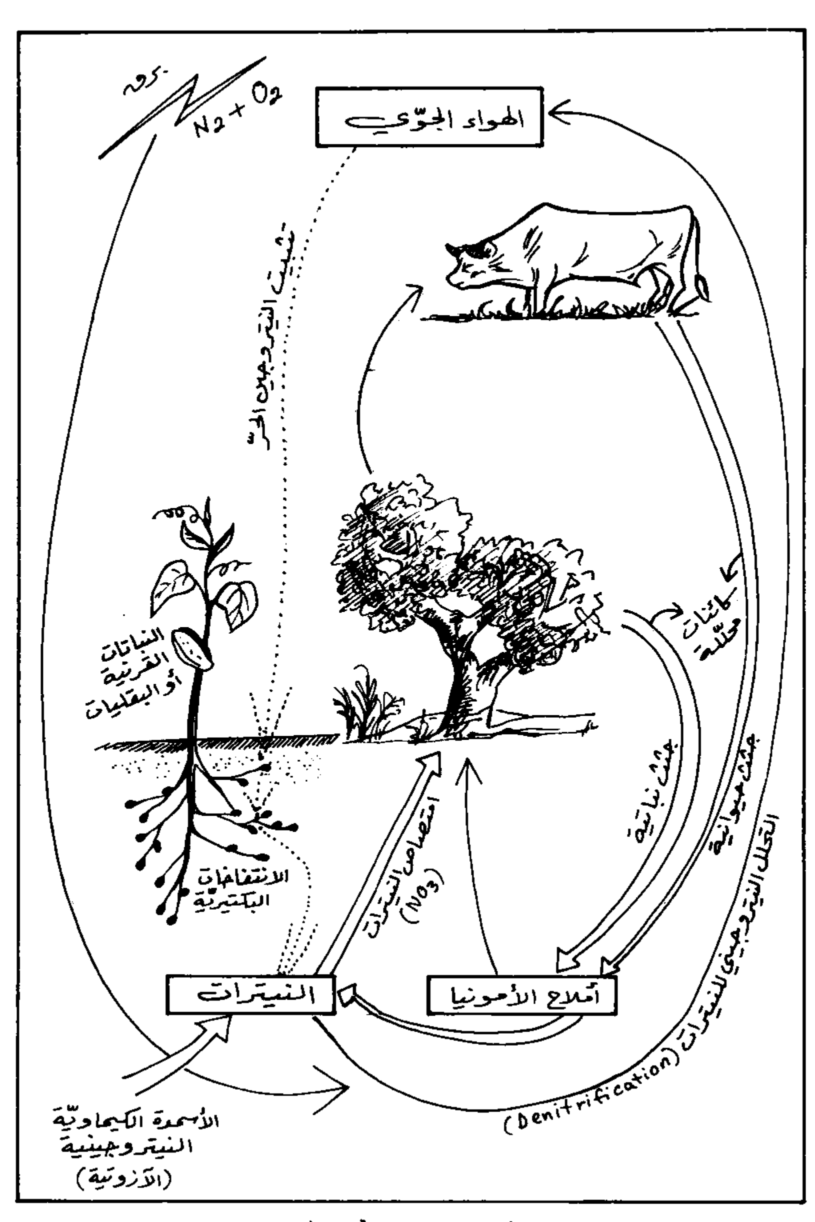
- هل يمكنك الاستنتاج بأن التربة المتوازنة تأوي كائناتٍ حيةً تنشط بالتنفس ؟

وهكذا يتبين لك بأن إغناء التربة بالعنصر النيتروجيني ، وبالتالي إغناء النبات بالمركبات البروتينية هو من شأن النشاط البكتـــيري .

ويمكننا تلخيص أنواع البكتريات التي تدخل في دورة النيتروجين كما يلي :

- البكتريات المفكّكة للجثث والنفـــايات .
- البكتريات المحولة (تحول الأملاح الامونية إلى نيترات) .
- البكتريات المثبّتة للنيتروجين الجوي الحر .
- بكتريات النباتات القرنية .
- البكتريات المحوِّلة للنيترات .

ويبرز ذلك في دورة النيتروجين المبيّنة . كمـــا سيأتي .



دورة النيتروجين في الطبيعة

هـــل تعلم ؟

أنه في الشروط الطبيعية الملائمة ، تتوصّل البكتريات التكافلية في جذور النباتات القرنية إلى تثبيت ما يوازي (٢٢٥) كلغ من النيتروجين بالهكتار الواحد وفي السنة الواحدة .

الهكتـــار — ١٠،٠٠٠ م٢ — ٤ فـــدادين تقريبـــا

(٢ — د) أسئـــلة :

(١) ما هي أهم العناصر الضرورية لاستمرارية الحياة ؟

(٢) مـــاذا تعني المـــادة العضوية ؟

(٣) حاول تفسير عدم نضوب مخزون المواد الكيماوية في سطح الكرة الأرضية .

(٤) ما هو دور الأنزيمات في تحويل المواد الكيماوية الممتصة ؟

(٥) كيف تسهم الدورات الطبيعية للعناصر في جعل التوازن الطبيعي مستمراً ومستقراً ؟

(٦) أين نجد الكربون في الطبيعة ؟

(٧) أذكر مختلف مصادر ثاني أوكسيد الكربون .

(٨) هل يمكن لجسم حي أن يحيا دون أوكسجين ؟

(٩) هل يمكننا اعتبار البكتريات والفطريات المفكّكة والمحوّلة للجثث الحيوانية والنباتية ضارةً أم نافعة للانسان ؟

(١٠) ما هي أهمية حراثة التربة ؟

البــاب الــرابــع

المخطط العَــام
لكل فصــل في هــذه الوحــدة

الأهداف التربوية المتوخاة من تدريس هذا الباب في وحدة الطــاقة .

(١) المفاهيم العامــة والأفكار الرئيسيّــة المنْوي إبــرازهــا .

(٢) المعــلومات الأســاسية .

(٣) الأنشطة المقترحة والتجهيزات والوسائل الواجب توفّرهــا .

(٤) حلّ المسائل المطروحة والإجابة عليها .

(٥) توجيهات تربوية لإبراز الدرس بقالب طبعيّ يعتمــد الحوار والمشاهدة وليس عرض المعلومات فقط .

(٦) خاتمة : مصادر الغذاء والانفجار السكاني والتلوُّث الطبيعي والتوازن الطبيعي .

مقدمة : الأهداف التربوية المتوخاة

يهدف هذا الباب الذي يعالج العلاقة بين الطاقة الشمسية بالحياة على سطح الأرض مستكملاً بالأبواب الأخرى التي تعالج مفهوم الطاقة وتحوّلاتها وكيفية انتقالها إلى الأرض . بالإضافة إلى استغلال الطاقة الشمسية في أغراض حل المشاكل المعاصرة كمصدر نظيف للطاقة يحُول دون التلوُّث المستمر للبيئة . كل ذلك توخياً لتحقيق الأهداف التـــاليـــة :

(١) جعل الطالب على بيِّنة عما يجري حوله . وما يعترضه من مشكلات شتى تؤثر تفاعلاتها على وجوده ووجود مجتمعه .

(٢) إذكاء الفعاليّة عند الطالب بحيث يصبح عنصراً فاعلاً مشاركاً في العملية التربوية . بحيث لا يتلقى المعلومات ويحفظها عن ظاهر قلب دون تمحيص بحيث يتم إدراك هذه المعلومات وتمثيلها بعد اللجوء إلى سلسلة من الأبحاث القائمة على النشاطات والتجارُب والرحلات العلميّة لاكتشاف أسرار الوجود من قبل الطالب نفسه بمساعدة المربين .

(٣) ربط العِلْم بالبيئة والمجتمع . ويتحقق ذلك في طرح المسائل

المتعلقة بمشاكل الطاقة . والخلل في التوازن الطبيعي الناتج من الإفراط باستغلال هذه الطاقة . والتلوّث الناتج من تخريب الإنسان المستمر للمنظومات البيئية . إن بصورة مباشرة كقطع الأشجار وقنص الطيور وصيد الأسماك وبناء الطرقات والعمارات على حساب المنظومات البيئية ، وإن بطريقة غير مباشرة تعقّب انتشار الملوّثات الناتجة من التقدّم التكنولوجي والانفجار السكاني المؤدي حتماً إلى خللٍ أكيد في التوازن الطبيعي .

(٤) مساعدة الطالب للتصدّي لهـــذه المشكلات ، واقتراحات الحلول التي تخفّف من حدتها ، وذلك بجعل الطالب عنصراً فاعـــلاً غير خامل بحيث لا يتمّ إعداد ناشئة تعيش على هامش المجتمع دون مشاركة فعّالة في تطويره والسعي الدائب لاستغلال الطبيعة في سبيل التقدم بالأفراد والمجتمع دون إخلال بالتوازن الطبيعي وديناميته .

(٥) خلق المواطن الواعي المثقّف والعنصر الفاعل في بناء مجتمعات الغد حيث يقوم بدوره ، بعد إدراكه العميق للأخطار الناجمـــة من التلوّث والانفجار السكاني ومشكلة الغذاء إلى توعية مواطنيه فيُسْهم في محو « الأمية الحضارية » ، هذه الظاهرة السرطانية التي تُتْلِف المجتمعات وتتركها قابعة في مستنقع التخلّف والجهل .

الفصـــل الأول

السلاسل الغذائية والأهرامات الغذائية

أولاً ــ المفاهيم العامة والأفكار الرئيسية :

إن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة يتمحور حول إبراز دور الطاقة الضوئية المستمَدة من الشمس المصدر الطاقوي الهائل على مستوى الكائنات الحية ، بحيث يبرز دور النباتات الخضراء أو الغطاء النباتي في استلاب جزء ضئيل من هذه الطاقة بُغيـــة الإسهام في تركيب المادة العضوية في سبيل تأمين الغذاء للكائنات الحية الاخرى .

ويظهر بوضوح جليّ مدى ارتباط الكائنات الحية في الطبيعة ، بعضها مع البعض الآخر ، بحيث تبرز وكأنها **حلقات** في **سلسلة غذائية** أو سلاسل **متشابكة** ، وتكوّن النباتات الخضراء **الحلقة الأولى** في هذه

السلاسل وتتبعها الحلقات الأخرى **للكائنات المستهلكة** . ويظهر بشكل واضح **انسياب** الطاقة بين مختلف هذه الحلقات التي تُشكّل ما يشبه الهرم ، بحيث تحتل النباتات المنتجة للغذاء القاعدة **الركائزية الواسعة** المدى بينما تضاف هذه الحلقات تدريجياً ، اعتبـــاراً من القاعدة إلى القمة .

ويبرز أخيراً دور الكائنات المتناهية في الصغر ، وهي الكائنات المفككة أو المحللة التي تسمح بتجزئتها للجثث النباتية والحيوانية بانسياب المادة ودورانها في مختلف الحلقات .

إن المبدأ الأساسي الواجب إبرازه في هذا المجال يتركز حول الأفكار التـــالية :

أ – كل كائن حيّ يُستخدَم كفريسة لإطعام كائن حيّ آخر .

ب – النباتات الخضراء هي القاعدة الأساسية لكل سلاسل الغذاء .

ج – يمكن إبراز كل سلسلة غذائية بشكل مبسّط بالوجه الآتي :

عشب – آكل للعشب – آكل للحوم

د – تشغل الكائنات المستهلكة مقامات مختلفة في سلسلة غذائية طويلة ومتشعبّة .

هـ – تشكّل سلاسل الغذاء بتراكمها ، بعضها فوق بعض ، هرماً غذائياً .

و – في الهرم الغذائي تتناقص الكتلة الحية (Biomasse) من القاعدة إلى القمة كما يتناقص تعداد الأفراد .

ز – عند العبور من طبقة إلى أُخرى في الهرم الغذائي يتم استهلاك جزء من الغذاء الممتص وتبديده كمصدر طاقويّ(١) .

---

(١) طاقوي : من الطاقة ، ووجدت من الانسب والمنطقي اشتقاق هذا النعت من الطاقة تلافياً للالتباس الذي ربما يحصل بين هذه اللفظة وألفاظ أخرى . مثل طاقة = شباك أو نافذة ، وطاقية ، وهي لباس للرأس .

ثانياً — المعلومات الأساسية :

يمكن اعتبار أية سلسلة غذائية كمجموعة من الكائنات الحية متفاوتة في حدّة استهلاكها تبعاً للمستوى الغذائي الذي تُشْغِلُه هذه الكائنات في السلسلة .

ويشترَط في كل سلسلة غذائية وجود كائنات منتِجة وكائنات مستهلكة وكائنات مفككة أو محللة .

وتشكّل النباتات الخضراء الكائنات المنتجة التي تؤمّن بنفسها تغذيتها الذاتية (Autotrophic) ، وهي قادرة على تركيب المادة العضوية مستغلةً الطاقة الضوئية المنبعثة من الشمس .

(١) وتتكوّن الكائنات المنتجة في المنظومات الطبيعيـة البرّية من النباتات التالي بيانها :

أ) النباتات الزهرية (Phanérogames) :

وتشمل :
- **المغلفة البذور** (Angiospermes) .
- **عاريات البذور** (Gymnospermes) .

ب) النباتات غير الزهرية (Cryptogames) :

ج) الطحالب (Muscinae) :

(٢) وفي المنظومات البيئية المائية :

د) الحزازيـات (Algeae) ، والبلنكتونـات النبـاتيـة (Phytoplancton) . والجـدير بالذكر أن النباتات

الزهرية المغلّفة البـذور من فصيـلة وحيدة الفلقـة (Monocotyledonous) تنتج مزيداً من مـادة السكر البسيط بينما تنتج النباتات الثنائية الفلقة (Dicotyledonous) مزيداً من الكربوهيدرات المعقّدة كالنشاء خاصة .

وبإمكان المربّي الفطن إبراز تغيُّر الكتل الحية في الهرم الغذائي باللجوء إلى إجراءات وزنية دقيقة بحيث تُسخن المادة الحية ، إن نباتية وإن حيوانية ، بحيث يتم الحصول على **وزنها الجاف** بعد أن يكون الماء قد تصعّد بشكل أبخرة (الفرن الرملي) .

ويُلجأ غالباً لطريقة إجراء تعيين الوزن الجاف لهذه الأنواع في الدراسة . ويمكن للمدرس أن يقسم الطلاب إلى فرقاء عمل مما يشجعهم على البحث ويُذكي عندهم « الحشرية العلمية » والمهارة ، بإشراكهم في تفهم المادة العلمية بشكل إيجابي .

فيما يتعلق بانسياب الطاقة والتغيرات الطاقوية التي تحصل والتي تبرز بشكل هرمي كما هو موضح في الباب الثالث من هذا الكتاب ، نلاحظ التناقص في تحولات الطاقة الضوئية التي امتصها النبات من القاعـدة إلى القمة .

تستأثر النباتات بجزء يسير جداً من هذه الطاقة الضخمة . لا يزيد عن حدود واحد بالمائة من الطاقة الضوئية .

وتستخدم آكلات الأعشاب (١٠ ٪) من هذا الجزء فقط في عملية تخزين الغذاء في أنسجتها .

وتستغل آكلات اللحوم بدورها (١٠ ٪) من الطاقة التي خزنتها

آكلات الأعشاب في أنسجتها ، وهكذا دواليك في الكائنات المستهلكة الاخرى . وهذا يفسر وجود الكائنات المستهلكة ذات المقام الخامس كحدّ أقصى نظراً للتناقص الطاقوي **حتى الانعدام** . وهذا يجيب على السؤال المطروح في الباب الثالث .

ولإبراز هـــذا الشيء الهام في مستويات الغـــذاء (trophic levels) يتعين على المدرّس استخدام أمثلة حسابية دقيقة وصور تشبيهية للسماح للتلميذ بإدراك هذه المعلومات تماماً .

أولاً – كي يتسنى لإنسان أن يزيد وزنه غراماً واحداً (١ غ) يتوجب عليه تناول (١٠) غرامات من لحم سمك القرش (Requin) الناتجة بدورها من تناول (١٠٠) غرام من سمك التـــونا (tuna) والتي نتجت بدورها من تناول (١٠٠٠) غرام من السردين ، الشيء الذي يستلزم (١٠،٠٠٠) غرام من البلتكنتون الحيواني التي تستهلك (١٠٠،٠٠٠) غرام من البنكتون النباتي الذاتي التغذية والوحيد في السلسلة التي تتعلق بها حلقات السلسلة كلها .

ثانياً – تشبيه فيزيائي :

لمساعدة الطالب على إدراك هذا الفقد او هذا الهدر في الطاقة يُستحسن استخدام المثال الفيزيائي التالي :

من أجل تحمية مرجل يتعيّن على المصدر الحراري أن يُسخّن الماء الذي يحتويه المرجل ، لكن القسم الأكبر من الطاقة الحرارية يُفقد في تسخين الهواء الجوّي المحيط بالمرجل

من جهة ، والمادة الفلزية نفسها الداخلة في صناعة المرجل ، من جهة أخرى .

ثالثاً — الأنشطة المقترحة والإجابة عنها والوسائل الممكن توفرها :

نشاط (١ — أ) :

والذي يتعلق بالمستوى الغذائي ؛ أو المستويات الممكن للإنسان أن يشغلها في الهرم الغذائي :

(١) عندما تستهلك الخس تكون من أكلة العشب أو مستهلكاً أولياً .

(٢) وعندما تستهلك لحم الدجاج تشكل مستهلكاً ثانوياً .

(٣) وعندما تستهلك الضفادع تكون مستهلكاً ثالثي المقام .

نشاط (١ — ب) :

البلنكتونات النباتية هي الكائنات المنتجة الوحيدة في السلسلة ، وهي ذاتية التغذية تقوم بعملية التركيب الضوئي مستغلة الطاقة الضوئية مباشرة في تركيب المادة العضوية .

نشاط (١ — ج) :

(١) لا شك أن الكميات التي يتناولها الإنسان مدى حياته في مختلف أصناف الأغذية النباتية والحيوانية ومقابلتها بوزن الجسم نفسه ، تكوّن مقادير كبيرة جداً بالنسبة لوزن هذا الجسم .

(٢) يمثل البرسيم والأعلاف الأخرى المعدّة لتسمين الحيوانات لإنتاج البروتين الحيواني ، المادة الأساسية في التغذية ، وهي

الحلقة الأولى في السلسلة الغذائية وتلزم منها كميات هائلة من الأطنان للحصول على بضع عشرات من الكيلوغرامات من المادة الحيوانية في الخروف أو العجل .

(٣) من الأفضل تسمين الحيوانات الصغيرة السطح أو الضيقة المدى كالأرنب ، لأن الهدر الطاقوي فيها أقل من الحيوانات الواسعة السطح كالعجول والجواميس .

(٤) الأسماك التي تربّى في مياه النيل شمالي الدلتا ، تتغذى على البلنكتون النباتي . تمثل أنت بالنسبة للأرز مستهلكاً أولياً ، وبالنسبة للأسماك مستهلكاً ثانوياً .

(٥) الاعتناء معاً ، بزراعة فول الصويا وبالحيوانات المنتجة للبروتين الحيواني . يعتبر فول الصويا من الكائنات المنتجة . يمثل الإنسان بالنسبة لفول الصويا مستهلكاً أوليّ المقام وبالنسبة للحم العجول والأسماك مستهلكاً ثانوي المقام .

(٦) يمثل الطائر الذي يقتات على لحم الأسماك مستهلكاً ثلاثياً .

(٧) العامل الذي يفكّك بقايا الكائنات الحية نباتاً وحيواناً ، يتشكل من البكتيريا والفطريات ، ويقوم بدور أساسي في دورة العناصر المادية في سلاسل الغذاء .

(٨) بدون شك . يمكن اعتبار الإنسان بمثابة نتاج الطاقة الشمسية بصورة غير مباشرة لأنه يستهلك النبات والحيوان على حد سواء ، وبدون غذاء لا يمكن للحياة أن تستمر وتدوم . والطاقة الشمسية هي أساس حلقة تكوّن الغذاء في النباتات الخضراء .

نشاط (١ ــ د) :

على المدرّس أن يحضر أسلاكاً معدنية من الحديد أو النحاس . ويمكن استبدالها بخيطان من القطن أو القنّب .

وبإمكانه إعداد الأوتاد التي تغرز على جوانب المربع بمساعدة التلاميذ أنفسهم . من الأخشاب العادية التي تقطع وتحدّب رؤوسها وتدبّب . ويمكن للمدرّس أن يحاول صناعة اهرام الغذاء مستخدماً الكرتون أو الورق المقوّى مستعيناً بالتلاميذ . أو صناعتها من الخشب بعد تقطيعه وتلوين مختلف أجزائه .

ويستحسن إجراء خرائط حيطية لسلاسل الغذاء على ورق سميك . حيث تسجّل عليها كافة المعطيات . وإذا أمكن تثبيت أزرار كهربائية مختلفة الألوان (بالطـــلاء الخارجي) تُضاء تدريجياً فتبين تشابك سلاسل الغذاء .

(١) خريطة للوحة رقم (١) .

(٢) خريطة للوحة رقم (٢) .

(٣) خريطة للوحة رقم (٣) .

(٤) خريطة للوحة رقم (٤) .

(٥) خريطة للوحة رقم (٥) .

هذه الخرائط الواردة تباعــاً في الفصلين الثالث والرابع من هذا الكتاب .

رابعاً ـ حل المسائل المطروحة :

نشاط (١ ـ ﻫ) :

(١) أعط مثالاً يبين سلسلة غذائية بسيطة :

مثال (٢)	مثال (١)	النمط الأساسي
عصفور ، عُقاب	ثعلب	آكل اللحوم
سنونو (آكلة الحشرات)	فرخة (دجاجة)	آكل للعشب
زنابير	حبوب	عشب
عناكب		
نمال		
أوراق الأشجار الابرية (الصنوبر)		

(٢) يعتبر الإنسان مستهلكاً أولي المقام إذا اعتمد النباتات في تغذيته ، ومستهلكاً ثانوي المقام إذا كان معتمداً على اللحوم والبروتينات الحيوانية الأخرى .

(٣) يحصل تناقص في حجم الأجسام كلما ارتقينا درجات سلّم الهرم الغذائي . ويتناقص أيضاً عدد الأفراد عند ارتقاء درجات هذا السلم .

(٤) ما هي العلاقة بين قنص الطيور وزيادة الأمراض التي تنتاب

الزراعات ؟ من المعروف أن بعض الطيور تشكّل كائنات « مهيمنة » او مفترسة هامة. وباقتناصها غير المسؤول وعشوائياً نفقد إحدى حلقات السلسلة الغذائية . مما يجعل الحشرات التي تفترسها هـــذه الطيور تأميناً لغذائها . تتكاثر بصورة هائلة . مما يؤثر عـــلى التوازن الطبيعي الدينامي .

الطيور النافعة : جميع الدواجن — العقبان والصقور — السمّن — الحجل — الحسون — الكناري .

الطيور الضارة : السنونو — الدوري الذي يضرب بالمزروعات لأنه يتلف بذور النبـــاتات المنتجـــة .

(٥) لإجراء هذا البحث الاستقصائي لدراسة أهمية الشعاب المرجانية في البحر الأحمر وخطر زوالها اليوم بفعل الملوثات . يقتضي مراجعة بعض المصنفات في علوم البيئة مثـــل كتـــاب : (Fundamentals of Ecology Odum & Odum) .

نشاط (١ — و) :

(١) إشغال أو تعمير بيئة ترابية مضافة إليها أسمدة حيوانية :

لإجراء هذا النشاط يتعين على المدرّس إحضار الوسائل التالية :

١ — أوعية خزفية أو طينية مشوية.

٢ — تربة متوازنة من حقل أو حديقة المدرسة أو البيت .

٣ — سمـــاد حيواني .

٤ — مـــاء للري .

نشاط (٢) الأعتدة والتجهيزات : التعاقب في بيئة مائية :

آنية زجاجية أو دورق – تبن أو قش – مجهر عادي مع وسيلة إنارة (مصباح) .

(١ – ز) أجوبة الأسئلة المطروحة :

١) ما هو مفهوم إشغال البيئة أو تعميرها ؟

إشغال البيئة أو تعميرها يعني ظهور أصناف جديدة في الأجناس النباتية والحيوانية في بيئة طبيعية ثابتة ، وتكيّفها (Adaptation) مع الظروف المعيشية في هذه البيئة وبالتالي انتشارها وسيطرتها حتى بلوغ المرحلة الأخيرة من التوازن البيئي الذي تطلق عليه لفظة (Climax) .

٢) هل تعتبر ظهور وباء الانفلونزا بمثابة إشغال بيئي ؟

توجد أصناف متعدّدة في الأنفلونزا ، وكل صنف يتسبب في نوع محدّد من الفيروس (Virus) ، (أنفلونزا الخنازير مثلاً التي قضت على حوالي (٢٥) مليون شخص في أميركا) . فعند بروز الشروط البيئية والمناخية الملائمة تغزو الفيروسات الخاصة الأجسام مستعمرةً إياها (Colonization) وشاغلة أراضي جديدة .

٣) أعطِ مثالاً للإدخال الطوعي لنوع حيواني جديد :

الأمثلة متعددة وكثيرة :

هنالك أصناف جديدة من الدجاج الناتج عن التهجين (hybridation) ومن الأبقار (البقر الهولندي الذي يتم إدخاله إلى الأقطار العربية لتهجين الأبقار البلدية بغية الحصول على كميات أوفر من اللبن أو الحليب) . ومن الأسماك (كسمك الترويت . وهو من أسماك المياه العذبة وفيه عظام غضروفية لـــدنـــة) .

٤) ما هي العوامل المشجعة لانتشار أجناس نباتية جديدة :

يدخـــل الإنسان نبـــاتات جديدة مثـــل اليوكليبتوس (Eucalyptus)(١) . الذي يمتلك خاصـــة الامتصاص الشديد للماء . ويستعمل لتجفيف المستنقعات ونبات الجاكاراندا (Jacaranda) . وهو نبات تزييني . وبعض أصنـــاف البذور (الذرة – القمح) التي تمتلك القدرة لمقاومة بعض الأمراض النباتية (مثلاً مرض صدأ القمح . حيث تحمرّ الحبوب وتتلف، وهو مرض تسببه الكائنات الفطرية) . أو قدرة غريبة عـــلى التكيّف مع الظروف البيئية الجديدة .

أما العوامل المساعدة على انتشار هذه الأصناف عن طريق الإدخال الطوعـــي ، فهي الرياح ، والحشرات والحيوانات الأخرى ، التي تنتقل البذور بأطرافها أو بواسطة بقايا البراز . والماء وهي العامل الناقل الهام .

---

(١) اليوكليبتوس يعرف خطأ باسم شجر الكينا ، ولا يمت لهذه الأخيرة بأية صلة .

٥) ما هي العوامل المترتبة عن انخفاض عدد الطيور في بيئة ما ؟

إن انخفاض عدد الطيور في بيئة ما ينتج عن زيادة هائلة في عدد الحشرات . تستتبع الأمراض النباتية المتزايدة والتي تسبّب خللاً في التوازن الطبيعي .

٦) ما هي الأسباب لتوفر مواسم الاثمار في سنة أكثر من أخرى ؟

إن للتغييرات الفجائية في المناخ التأثير الهام على الغـــلال الزراعية . وكلنا نعلم تأثير الجفاف عـــلى البيئة الصحراوية وانحباس المطر الذي يقضي على كافة المحاصيل ويؤثر على الكلأ واستنبات الأعشاب . مما يهدّد الحياة الحيوانية نفسها لتضرّر الأعلاف . والأمثلة عن الكوارث الزراعية كثيرة في الوطن العربي.

كذلك تأثير البرودة المتزايدة أثناء فترة الأزهـــار (Flowering) (Floraison) والرياح الشديدة التي تقتطع الأشجار الصغيرة عند تكوّنها أو تتلفها تماماً .

٧) ما هو الفرق الرئيسي بين لفظتي دينامية وتتابعية ؟

إن لفظة دينامية (Dynamics) تعني وصف التغيرات الكمّية والنوعية للأجناس نفسها خلال فترة زمنية محدّدة وثابتة .

أما التتابعية (Succession) فتعني التغير في تركيب المنظومة البيئية الحية .

نشاط (١ – ح) :

الوسائل والأجهزة المستعملة :

– علبتان من الورق المقوّى كرتون أبيض بمقاس (١٥ × ١٠×٥سم)
– قطن عـــادي .
– فُقاعات من الكاوتشوك (بوالين) داكنة وزاهية اللون عدد (٤) .
– ترمومتر (Thermometer) أو محرار لقياس درجـــة الحرارة .

اجوبة الأسئلة (١ – ط) :

(١) في أي مستوىً في الهرم الغذائي البيئي يتوجب على الإنسان أن يبحث عن مصدر غذائه تلافياً لهدر الطاقة وضياعها ؟

– في المستوى الغذائي الأول من الهرم . أي عليـــه أن يتناول النباتات مباشرة .

(٢) في أي جزء من البيئة تتركز العناصر الغذائيـــة بشكل أوفر ؟

– في البذور أولاً ، وفيها شحنة كبيرة من العناصر الغذائية لأنها مدعوة لتأمين الغذاء للنبتة العتيدة بعد تفريخها بالاستنبات . وتليها الأثمار فالجذور فالسيقان .

(٣) إذا توفرت جميع الأحماض الامينية الضرورية لتغذية الإنسان في الغذاء النباتي المصدر ، هل يستطيع الإنسان أن يستغني عن تناول اللحوم ؟

– نعم يستطيع الإنسان الاستغناء عن اللحوم كماً ونوعاً ، لأن

النباتات تحوي إلى جانب الأحماض الامينيــة المختلفة ، الدهونَ والفيتامينات والأملاح المعدنية الضرورية في التغذية الصحيحة .

والفكرة السائدة بأنه لا يمكن الاستعاضة عن اللحوم هي خــاطئة .

(٤) ما هي العناصر الغذائية الأغنى طاقوياً ؟

الدهنيات ثمّ المواد النشوية والسكرية (glucides) .

(غرام دهون – ٩،٥ كيلوسعر) .

(غرام مواد سكرية أو نشوية – ٤،٥ كيلوسعر) .

خامساً – توجيهات تربوية

الفصل الأول في الباب الثالث

مقـــدمة :

يستحسن الإحاطة التامة باعتماد المناقشة في قاعة الدرس أو الفصل المدرِّس لتوضيح الكلمات والتعابير التالية :

الكائنات المنتجـــة – الكائنات المستهلكة – الكائنات المفكّكة

مع التركيز على تعريف ألفاظ : آكل للعشب ، آكل للحشرات ، آكل للحوم ، متنوع المآكل ، من أمثلة يستشفها المدرِّس بطرحه الأسئلة على الطلبة .

هذا مع اختيار قطعة الأرض المناسبة في حديقة المدرسة ، وتحديدها بواسطة الأسلاك والأوتاد ، وانتقاء الكائنات النباتية والحيوانية فيها بغية تحديد السلسلة الغذائية .

(١) على المدرِّس أن يسمح للطلاب باستنتاج العلاقة بين كائن منتج للغذاء وكائن مستهلك له ، بالاعتماد على أن الكائنات المنتجة هي ذاتية التغذية (Autotrophic) الشيء الذي يستحيل على الكائنات المستهلكة التي تعتمد في غذائها الكائنات المنتجة لاستمرارية حياتها ، فهي إذن غير قادرة على ذاتية التغذية .

ويتم ذلك بتنويع الأمثلة المنتقاة من حياة الطالب وبيئته .

(٢) على المدرس استناداً للأمثلة السابقة التي أعطيت ، أن يترك للطلاب أنفسهم إدراك مبدأ سلسلة الغذاء والمستويات الغذائية في هذه السلسلـــة .

(٣) الأمثلة المختلفة في سلاسل غذائية بسيطة وفي سلاسل أكثر تعقيداً وتشعباً .

(٤) بعد عرض الأمثلة المتنوّعة يطرح التساؤل عن دور الكائنات المفكّكة في سلسلة الغذاء :

هل يمكن إقفال دورة سلسلة الغذاء دون تدخُّل هـذه الكائنات المفكّكة ؟

(٥) عند ذلك يتوجب إجراء النشاط المتعلق بالتقـاط النباتات النباتية والحيوانية من الحديقة أو الحقل بعد تحديد مساحة المربّع بدقة كما هو وارد في النشاط المقترَح وتدوين النتائج من طرف الطلبة على دفتر خاص ، ومقارنة أعمالهم بعضهم مع البعض الآخر .

الفصل الثاني في الباب الثالث

مقـــدمة :

خذ الأمثلة التي وردت في درس سلاسل الغذاء السابق ، وسجل النتائج على السبورة (لوح الحائط) .. ثم حاول القيام بالخطوات التـــالية :

(١) حاول مساعدة الطلاب على إدراك التغيرات في مختلف المستوْيات الغذائيـــة (Trophic levels) في سلسلة الغـــذاء التي أخذت . هذه التغيرات أو الفروقات تشمل عدد الأفراد وحجومها (حجوم — الامتداد الحجمي للمجموعة الحية من جهة ، والكتل الحية (Biomas) والتغير الطاقوي من جهة أُخرى .

(٢) حاول شرح الأسباب التي تفسّر هذه الفروق في العدد ، وفي الحجم أو القامة في سلاسل الغذاء .

ثم مثّل كل مستوى غذائي في سلسلة الغذاء بمربع مستطيل يتناسب طول ضلعه مع العدد التقريبي للأفراد التي تشكل بمجموعها كلاً من المستويات الغذائية . ثم حاول وضع هذه المستطيلات بعضها فوق البعض الآخر ، للحصول على هرمٍ غذائي .

(٣) حاول تبسيط فكرة الكتلة الحية مستنداً إلى الأمثلة التي وردت في سياق الدرس ذاكراً أنه في سبيل تعيين قيمتها يُستند إلى قيـــاس « الوزن الجاف » للكائنات الحية بعد تجفيفها في أفران خاصة أو في فرن رملي .

(٤) لتفصيل مبـــدأ انسياب الطاقة وسرَيانها في مختلف حلقات

السلاسل الغذائية ، إليك بالتفصيلات والإيضاحات التي تجعل مفهوم انسياب الطاقة أكثر رسوخاً .

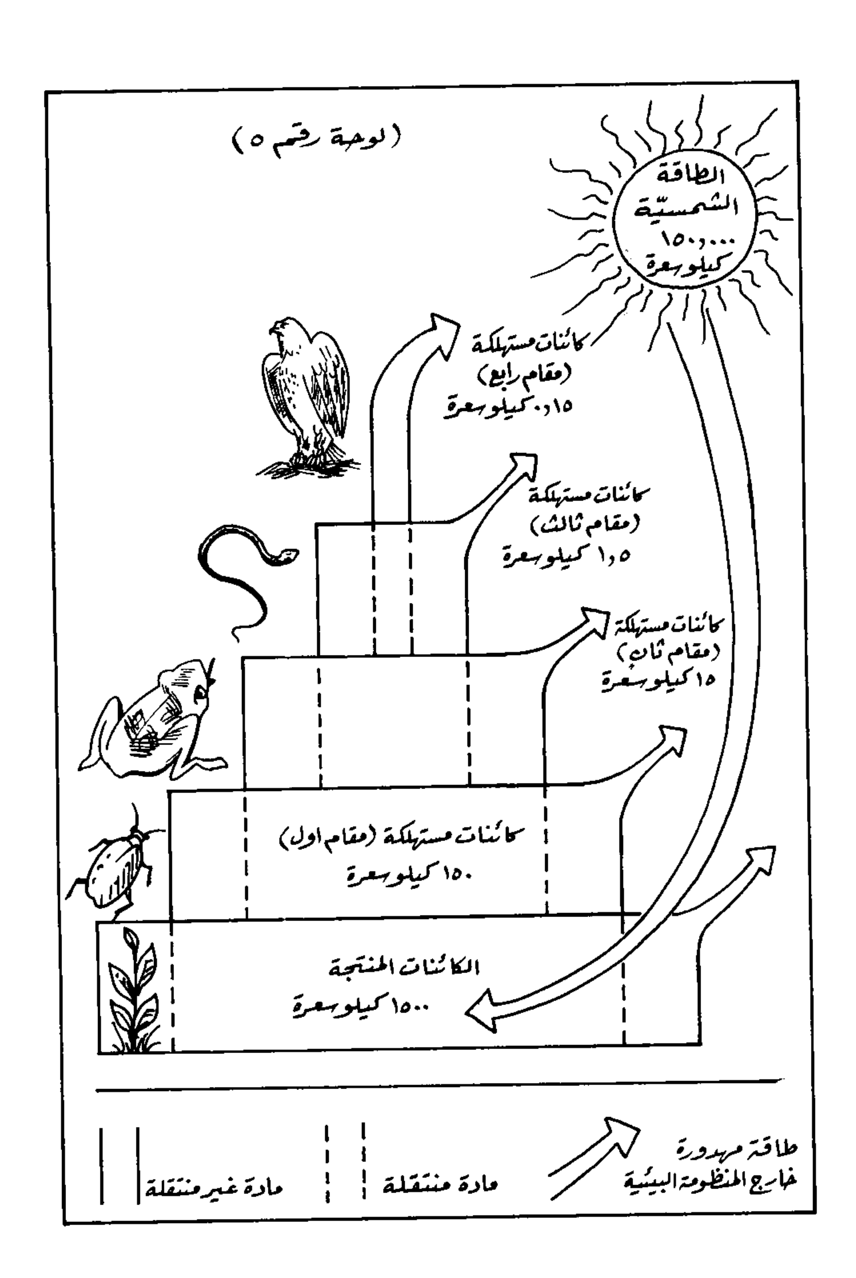
مفهوم إنسياب الطاقة :

إنسياب الطاقة والتغيُّر الطاقوي

إن الكائنات الحية تستهلك الطاقة التي يؤمّنها الغذاء لتعيش وتنمو ، هذا الغذاء الذي يُهضَم ويمثّل إلى أنسجة حية .

وتجدر الإشارة هنا إلى الفقد أو الهدر الطاقوي أو الضياع في الطاقة التي يؤمنها الغذاء للأجسام الحية ، إذ أن الأجسام لا تستخدم إلا جزءاً يسيراً وقليلاً جداً منها ، بينما يتحوّل القسم الأكبر من الغذاء إلى **« نفايات » تطرح وإلى « ماء »** .

ففي كل طبقة أو مرتبة في الهرم الغذائي نلاحظ هدراً كبيراً لهذه الطاقة المخزّنة في أجسام « آكلات الأعشاب » وفي أجسام الحيوانات التي تقتات على النباتات ، وفي أجسام الكائنات المستهلكة الأخرى .
ويبرز ذلك واضحاً في الشكل التمثيلي التالي :


(لوحة رقم ٥)
الطاقة الشمسية ١٥٠,٠٠٠ كيلو سعرة
كائنات مستهلكة (مقام رابع) ٠,١٥ كيلو سعرة
كائنات مستهلكة (مقام ثالث) ١,٥ كيلو سعرة
كائنات مستهلكة (مقام ثان) ١٥ كيلو سعرة
كائنات مستهلكة (مقام اول) ١٥٠ كيلو سعرة
الكائنات المنتجة ١٥٠٠ كيلو سعرة
طاقة مهدورة خارج المنظومة البيئية
مادة منتقلة
مادة غير منتقلة

من المسلّم به أنه يمكن اعتبار أي كائن حي متمثلاً بقيمة طاقوية محدّدة . فالطاقة تستلزمها العناصر كافة للنهوض بالكائن وتنميته ، إذ يتعسر علينا تخيل وجود أجسام دون أن تكون الطاقة ركيزة هــذا الوجــود .

ومن الواجب تعميم هذا المبدأ على كل الكائنات الحية في أيّ هرم بيئي . وبذلك نستطيع القول بأنه من الممكن اعتبار أي كائن حي بمثابة طاقة مخزنة أو متجمعة تسمح له بالتمتع بالعيش لأنها تسمح له بالقيام بالمجهود الآلي ، وبإنتــاج الطاقة الحرارية ، وبقيام سلسلة التفاعلات الكيماوية .

إن هذه الطاقة التي يستغلها الكائن الحي طيلة مدة حياته تُستنفد وتُفْقَد من الهرم البيئي لكن البيئة المحــدقة بالكائن نفسه تستغلها وتربحها من ناحيتها .

فالجسد البشري مثلاً يستعمل الطاقة ويحافظ على حرارته الحيوانية ، لكن هذه الطاقة تهدر إلى المحيط المحدق بالإنسان .

وتنتقل هذه الطاقة في الأجسام من مستوى غذائي إلى مستوى آخر في الهرم الغذائي .

ويكمن أصل الطاقة هذه في الشمس التي بدونها تستحيل حياة الكائنات على الأرض . والتي تستغلها النباتات الخضراء في عمليــة التركيب الضوئي أو التمثيل الكلوروفيلي (Photosynthesis) .

وفي الحقيقة ، إن الطاقة الضوئية النابعة من الشمس هي الطاقــة الوحيدة التي تنعم بها الكائنات لتحيا . وهنالك بعض مصادر أخرى

للطاقة مثل الطاقة الكيماوية والطاقة النووية . لكن قيمتها الإجمالية ضئيلة ولا يمكن قفل دورتها .

ويمكن اعتبار النفط والفحوم بمثابة طاقة شمسية تخزّنت في النبات والحيوان على مرّ ملايين السنين . وهذا يعلّــــل تهافت « التهافت » على منطقة الشرق الأوسط .

وبصورة مشابهة . تعتبر مياه المطر نتيجة لتبخر الميـــاه بفعل الإشعاعات الضوئية .

وتهيمن قوانين الترموديناميـــة (thermodynamics) عـــلى تحولات الطاقة الشمسية على مستوى الكائنات المنتجة عند انسيابها أو سريانها فيهـــــا .

والمثال الحسابي التالي يوضح صورة التحوُل في الطاقة والتبدُد الحاصل فيها طوال حلقات الهرم الغذائي .

فعند امتصاص الطاقة الضوئية من طرف النباتات الخضراء يحصل تسرُب أو فقد طاقوي عندما تُخزن الطاقة الكيماوية في عملية التركيب الضوئي . لأن هذه الطاقة تتبدد بشكلٍ حراري لدى تناول الكائنات المستهلكة الأولية المقام (آكلات العشب) للنبات في أغراضهـــا الغـــذائية .

فإذا اعتبرنا أن قيمة الطاقة الممتصّة تساوي مقدار (١٠٠٠) كيلوسعر (بشكل أشعة ضوئية) تحول النبتة منها (٨٠٠) كيلوسعر في بناء سكر العنب أو الغلوكوز (glucose) وذلك يستلزم (٢٠٠) كيلوسعر بغية هذا التحوُل .

وهذه الكمية . أي الـ (٢٠٠) كيلوسعر . لا تضيع إنما تنساب في المنظومة البيئيــة لتؤمّن النتح أو التعرّق النبــاتي (Transpiration) ، وتذهب في المنظومة بشكل حراري .

وفيما يتعلق بكمية الـ (٨٠٠) كيلوسعر من الغلوكوز ، فإنها تفقد بعضاً من الطاقة عندما تتحول إلى نشاء (Starch, amidon) .

الفصـــل الثـاني

دورة المـــادة في الطبيعة أو الدورات الطبيعية

أولاً – المفاهيم العامة والأفكار الرئيسية

(١) تتكوَّن كل من الكائنات الحية والمركبات العضوية المشتقة منها ، من البروتينات والدهون والكربوهيدرات ، وتحوي بالتالي : عناصر الكربون والهيدروجين والاوكسجين (الدهون والكربوهيدرات) بالإضافة إلى عنصر النيتروجين وعناصر أُخرى مثل الفوسفور والكبريت (البروتين) .

(٢) إن العناصر الكيماوية تنتقل دوماً من حالة المادة العضوية إلى حالة المـــادة اللاعضوية والعكس بالعكس ، وبالتالي ، لا تتلف أو تنعدم .

(٣) مصادر الكربون هي : ثاني أوكسيد الكربون الجوي (CO_2) (٠،٠٣ ٪ حجمياً) والمنحل في الماء والمركبات العضوية (بروتينات ، كربوهيدرات ، دهون) ، وفي الصخور الكلسية .

(٤) مصادر غاز ثاني أوكسيد الكربون هي : التنفس (Respiration) تجزؤ واهتراء الأجسام الميتة ، الاحتراق والغازات المنبعثة من البراكين .

(٥) يتم تحويل ثاني أوكسيد الكربون الذي تمتصه النباتات البرية والمائية ، إلى مركبات عضوية بفضل عملية التركيب الضوئي مستغلة الطاقة الضوئية الشمسية .

(٦) وعنصر الكربون بصورة مركب عضوي ينطلق ويحرّر بشكل غاز ثاني أوكسيد الكربون بواسطة التنفس والاحتراق .

وبعد ذلك يحصل امتصاصه من طرف النباتات الخضراء ويتم تحويله إلى مركبات عضوية كربونية بواسطة التركيب الضوئي . (Photosynthesis) والتركيب الكيماوي (Chimiosynthèse, Chemosynthesis) وبالتالي تبرز دورة الكاربون في الطبيعة .

(٧) ودورة الأوكسجين موازية في ذلك لدورة الكاربون . فالأوكسجين بصورته المائية (H_2O) ينطلق متصعّداً نتيجة لعملية التركيب الضوئي . ثم لا يلبث الأوكسجين الغازيّ المحرَّر أن يثبت من جديد تبعاً لعمليات التنفس والاحتراق .

(٨(إن الهيدروجين لا يوجد بصورة طلقة أو حرة وإنما مندغماً مع الأوكسجين لتكوين جزيء الماء . والهيدروجين بصورته المائية هذه عنصرٌ هام في حياة النبات والحيوان على حد سواء .

(٩) وتلخّص دورة النيتروجين أو الآزوت كما يلي :

نيتروجين طلق ـــ النيتريت (NO_2^-) ـــ النيترات (NO_3^-)

النباتات الخضراء ـــ البروتينات ـــ الأجسام الحيوانية ـــ الأجسام الميتة أو الجثث ـــ المركبات الأمونية ـ$(NH_4)^+$ ـــ نيـــتروجين طلـــق (N_2) .

(١٠) في دورة النيتروجين ومركباته يبرز دور البكتريات بشكل بيِّن ودون هذا التدخل يستحيل تحول المركبات النيتروجينية المعدنيـــة إلى مركبات عضوية والعكس بالعكس .

ثانياً ـ المعلومات الأساسية

إن كل الكائنات الحية ، حيوانية كانت أم نباتية ، والمنتجات النابعة منها ، تشتقّ من المادة العضوية .

ويدخل في تركيب هذه المادة العضوية زهاء (٤٠) عنصراً أهمها عناصر : الكربون (C) . والهيدروجين (H) . والاوكسجين (O) ، والنيتروجين (N) . والفوسفور (P) . والبوتاسيوم Kaliun (K) ، والحديد Fer (Fe) . والكالسيوم (Ca) . والصوديوم Natriun (Na) ، والكبريت Soufre (S) .

وتتناوب هذه العناصر والمركبات الناتجة من اندغامها . تارة في حالة مادة عضوية وتارة في حالة مادة معدنية لاعضوية . مقيماً ما يسمى بالدورات الحياتية ـ الأرضية ـ الكيماوية (Bio - géo - chemical Cycle) .

وفي كل دورة . لا يُفقد العنصر الكيماوي لكنه يتحوّل عاجلاً أم آجلاً ويرجع إلى حالته الأصلية .

فمن جهة ، نلاحظ وجود دورات الكربون والهيدروجين والأوكسجين التي يصعب سلخها عن بعض نظراً لتداخلها . ومن جهة أُخرى دورة

النيتروجين وبعض الأملاح المنحلة في الماء .

ففي دراستنا لهذه الدورات الطبيعية للمادة أدركنا كيف أن النباتات تسعى لتركيب الكربوهيدرات وتبني منها البروتينات . عندها تقتات الحيوانات كافة ، آكلة الأعشاب وآكلة اللحوم على حد سواء ، مستأثرة بهذه المادة العضوية الجاهزة ، وبواسطة الأنزيمات المختلفة الأدوار تمثـــل (Assimilation) الكائنات الحيوانية المـــادة العضوية بعد هضمها ، فتحوّلها إلى أنسجة حسب حاجاتها . عندئذ يقوم كل جسم ببناء البروتينات الخاصة به والتي تشكل بدورها العامل الأساسي الباني للخلية الحيوانية .

وبعد موت وفناء هذه الكائنات الحيوانية تتحول هذه الجزيئات العضوية إلى حالة جزيئات معدنية بصورة مباشرة أو غير مباشرة . وتتكرر هذه الدورة دوماً .

دورة الكربون – الهيدروجين والأوكسجين :

يتوفر عنصر الكربون في الطبيعة بالأوجه التالية :

- بصورة مندغمة مع عناصر أخرى بشكل كربونات (CO_3^{-}) .
- في حالة طلقة حرة كما هي الحال في الألماس أو الغرافيت ، وهي من الكاربون النقي الصرف المتبلور .
- بصورة ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) في الهواء الجوي أو بصورة منحلة في الماء .
- بشكل مركبات عضوية . وهي كثيرة . بحيث كانت تعرّف الكيمياء العضوية بأنها كيمياء مركبات الكربون . حيث يدخل

هــذا العنصر في تركيب جميع الجزيئــات العضوية : الدهون ــ الكربوهيدرات وتحوي عناصر الكاربون والهيدروجين والأوكسجين ، والبروتينات . وتحوي إلى جانب العناصر الثلاثة عنصر النيتروجين .

وتستأثر النباتات الخضراء بثاني أوكسيد الكربون المركّب اللاعضوي . وتسهم في هذه العملية النباتات البرية والمائية على حد سواء ، مستغلة الطاقة الضوئية حيث يتم تركيب الجزيئات العضوية مطلقاً حجماً من الأوكسجين بالنسبة لحجم من ثاني أوكسيد الكربون الذي امتص .

وبذلك تنتج النباتات الخضراء **المركبات السكرية** المعقدة والنشاء والسليلوز (Cellulose) ، إلى جانب الدهون والبروتينات .

إذن النباتات وحدها قادرة على تركيب المادة العضوية التي تستأثر بها الحيوانات محوِّلة إياها إلى أنسجة خاصة بها . وكل كائنٍ حيواني يقتات معتمداً على المادة العضوية النباتية يشكل مستهلكاً أوليَّ المقام (آكلاً للعشب) حيث تمثِّل وتركِّب هذه الحيوانات . البروتينات والدهون والنشويات بانيةَ أنسجتها الخاصة .

ويأتي دور آكلة اللحوم التي تتناول لحوم هذه الكائنات المستهلكة الأولية المقام .

بعد ذلك . تتم عودة أو رجوع الكربون بصورته العضوية إلى الكربون المعدني بسلسلة من التفاعلات المتشعبة والتي تحصل بوجوه ثلاثة :

ــ إنتقال المادة العضوية أو حرقها أو تأكسدها .

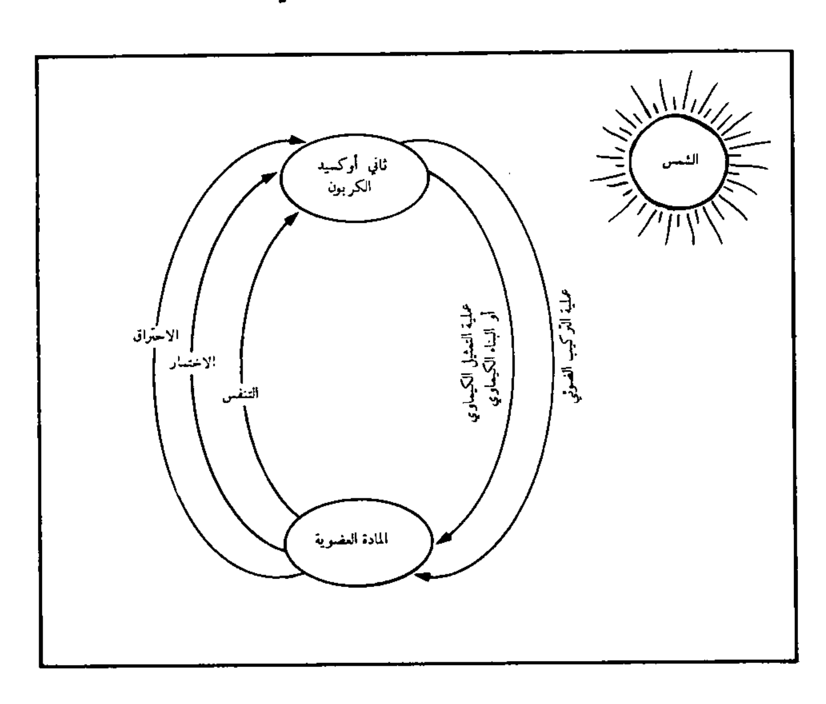
ــ نتيجــة لتنفُّس الحيــوان والنبــات .

– نتيجة لانحلال وتلف الجثث الحيوانية والنباتية .

ويبرز في هذا المجال دور الأنزيمات المعقّدة التي تمرّر الهيدروجين الذي يندغم مع الأوكسجين مكوناً جزيئات مائية بواسطة سلسلة من التفاعلات النازعة للهيدروجين (Deshydrogenase) .

كما يبرز دور البكتريات المفكّكة للجثث طارحةً ثاني أوكسيد الكربون خارجاً (البكتريات الهوائية Aerobic ، وغير الهوائية Anaerobic) ثم الاختمارات الناتجة من فعل بكتريات غير هوائية محرّرة ثاني أوكسيد الكربون والكحول (اختمار المواد السكرية) .

ويمكننا إبراز ذلك بالشكل المبسّط التـــالي :



دورة النيتروجين :

يدخل عنصر النيتروجين في تركيب البروتينات في الكائنات الحية ، وليس بمقدور الحيوانات الاستئثار بالنيتروجين بصورته اللاعضوية ، وتحويله إلى بروتين بصورة مباشرة ، لكن هذا التحويل يحتم دخول دورة النيتروجين في حلقة نباتية .

يشكّل النيتروجين الحر أو الطلق ٤/٥ حجم الهواء كما هو معلوم ، لكنه يستحيل تمثيله (Direct absorption) مباشرة من قبل النباتات العليا أو الراقية (Superior plants). ويتعين بغية هذا التمثيل تدخل البكتريات المثبتة للنيتروجين (Fixing Nitrogen Bacteria) .

ومن جهة أخرى ، تستخدمه النباتات الخضراء بصورته الأمونية (NH_4^+) أو النيترات (NO_3^-) بغية تركيب البروتينات .

ومن جهة نظر عكسية ، يتطلّب تحويل النيتروجين بصورته العضوية إلى صورته المعدنية اللاعضوية تدخّل كائنات مجهرية (Denitrifiant bacteria) أُخرى .

أ) تحوُّل الشكل العضوي للنيتروجين إلى شكل لاعضوي :

يمكننا اختصارها بالصورة التالية :

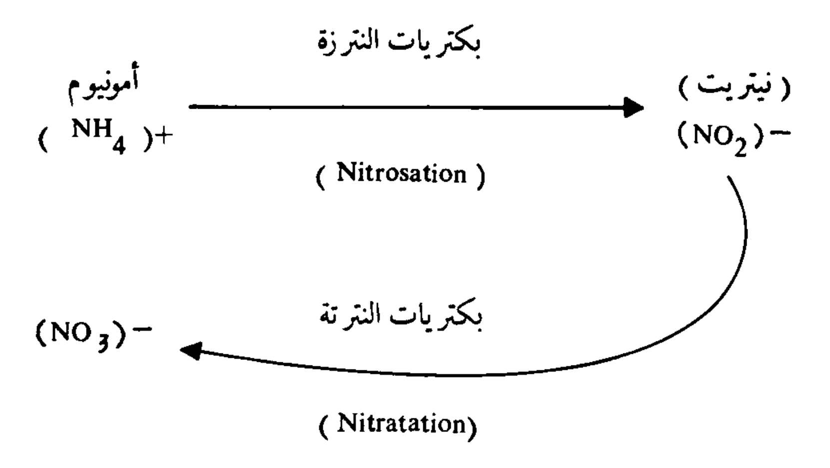
البقايا الحيوانية + المواد البرازية	←	بكتريات وفطريات	←	مواد لا عضوية (أملاح) + رائحة .
البقايا النباتية الغنية بالكربوهيدرات	←	بكتريات لا هوائية وهوائية معاً		مواد لاعضوية (أملاح) رائحة غير كريهة + تكوّن الهوميس (Humus)

والجدير بالذكر بأن الأملاح الأمونية تنتج من هذه التفاعلات ويصعب امتصاصها من الجذور النباتية . لكن النباتات الراقية يمكنها ذلك مما يستدعي تحوُّلها إلى أملاح أُخرى مثل أملاح النيتريت (NO_2^-) والنيترات القابلة للامتصاص بواسطة بكتريا أُخرى خاصة .

وعـــلى سبيل المثال ، نذكر تحول اليوريا أو البولة ($(CO(NH_2)_2$ إلى كربونات الأمونيوم ($(NH_4)_2\ CO_3$) :

$$\text{كربونات الأمونيوم} \xleftarrow{\text{بكتريا}} \text{مـــاء} + \text{يوريا}$$

والتفاعلات التالية تبيِّن تحولات أملاح الأمونيوم إلى نيترات :



ب) تحوُّل النيتروجين الطلق إلى مركبات نيتروجينية عضوية :

يتم ذلك بواسطة كائنات مجهرية بكترية . أهمهـــا نوعـــان :

(١) البكتريات الحرة المثبتة للنيتروجين .

(٢) البكتريات التكافلية (Symbiotic bacteria) الـــتي تعيش في عِقَد جذور النباتات القرنية .

ونذكر من البكتريات الحرة المعروفة :

– الازوتوباكتر الهوائيـــة (Azotobacter) .

– الكلوستريديوم غير الهوائية (Clostridium) .

وبإمكان هذه البكتريات التي تعيش في التربة أن تؤمّن اندغام الهيدروجين مع النيتروجين وتركيب الأمونيا .

وهذه البكتريات المثبتـــة الحرة للنيتروجين تُغني التربة بالعنصر

البروتيني النيتروجيني بعد فنائها ، مما يؤمّن للنباتات الراقية أملاح الأمونيا والنيترات الضرورية في أغراض نموها .

ولهذا السبب يتعيّن ترك مساحات من الأرض الزراعية دون اغراس . من وقت لآخر . بغية إغناء هذه التربة بالعنصر النيتروجيني .

والنوع الثاني المعروف بالبكتريات التكافلية التي تعيش على جذور النباتات القرنية منجذبة بالمادة السكرية المنبعثة من جذور هذه النباتات لتدخل من التربة إلى الجذور مشكّلة « الانتفاخات » المعروفة بالعُقَد (Nodules – Nodosités) .

وهذا النوع من العيش المشترك يشكّل نسقاً من العيش التكاتفي أو التكافلي . وهو بعيد كل البعد عن العيش الطفيـــلي (Parasitism) لأن النبتة المضيفة (وهي من النباتات القرنيـــة كالفول . والبرسيم . والفاصوليا) تستمدّ من البكتريات العنصر النيتروجيني الذي تثبته كما كان شأن البكتريات المثبتة الحرة . حيث يندغم مع الهيدروجين لتكوين جزيئات البروتين .

والجدير بالذكر أن الطاقة الضرورية في عملية التركيب هذه . تؤمّنها المركبات الكاربوهيدراتية التي تستهلك منها البكتريا الجزء الوفير .

وفي آخر المطاف تفرز خلايا جذور النبات المضيف أنزيمات من شأنها إذابة وانحلال البكتريا والبروتينات المخزّنة فيها عاجلاً أم آجلاً وإغناء التربة بالعنصر النيتروجيني الضروري للاستنبات .

وهذا النوع من العيش التكافلي يكون عميم الفائدة للنبتة المضيفة أكثر منه للبكتريات الملتجئة إليها .

وفي النهاية تتناول آكلات العشب العنصر النباتي ثم تأتي آكلات اللحوم فتلتهـــم آكلات العشب . وبذلك يتسنى إقفـــال دورة النيتروجين .

نتيجة عـــامة :

يبرز من دراسة الدورات الطبيعية للمـــادة عاملان أساسيان :

- **العامل الأول :** هو عامل تركيبي أو بنائي من شأنه تكوّن جزيئات المواد العضوية .
- **العامل الثاني :** هو عامل تحليلي أو تجزيئي . وتتم فيه العودة إلى المادة اللاعضوية .

ومن شأن هذه الدورات للمادة المحافظة عـــلى التوازن الطبيعي . ويكفي أن تنحلّ إحدى الحلقات (انعدام البكتريا مثلاً) لكي يختل هذا التوازن وتنقرض الكائنات الحية . ومنها الإنسان .

ثالثاً ــ الأنشطة المقترحة والوسائل :

نشاط (٢ ــ أ) :

يمكن الحصول على المحلول السكري بإضافة ملعقة من السكر إلى كوب ماء ، ويمكن الحصول على الخميرة في الأفران ويكفي منها سنتيمتر مكعب واحد . ونلاحظ أن الكلس قد تعكّر بفعل تصعّد غاز ثاني أوكسيد الكربون .

التفاعل التـــالي يدلّ عـــلى ذلك :

$$Ca^{++} + 2OH^{-} + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 \searrow$$

(رائــق الكلـــس) (ترسيب أبيـــص)

(هيدروكسيد الكالسيوم) كاربونات الكالسيوم

يصبح طعم المحلول حامضياً لوجود ثاني أوكسيد الكربون المنحلّ في الماء والذي يكوّن الحمض الكربوني الضعيف (H_2CO_3).

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^{+} + HCO_3^{-}$$

(حمض الكربون)

نشاط (٢ – ب) :

(١) تتأتى نُقيطات الماء من الهواء المزفور الغني ببخار الماء الذي يتقطّر بملامسة سطح بارد .

(٢) إن الماء التي تتكون على جوانب الكيس الداخلية تتأتى من نتح النبات . وهو طرح بخار الماء خارجاً بواسطة الثغور النباتيـــة (Stomates) .

نشاط (٢ – ج) :

(١) تتكوّن العقَد في جذور النباتات القرنية (كنبات الفول) كردة فعل من قبَل الجذور تبعاً للغزو البكتيري .

(٢) المواد الضرورية والوسائل لإجراء هذا النشاط :

- كمية من أتربة الحديقة أو الحقـــل .
- أوعية من الزجاج أو البلاستيك (قناني المياه) .
- أنابيب زجاجية معقوفة (أو تعقف بواسطة التسخين) .
- مـــاء ملوّن بالحبر .
- مركب البوتاس (KOH) أو الصودا الكاوية (Na OH) ، (تمتلك قدرة امتصاص ثاني أوكسيـــد الكربـــون) .

رابعاً ـ الإجابة على الأسئلة المطروحة

(١) ما هي العناصر الضرورية لاستمرارية الحياة ؟

إن عدم توفر عنصر الأوكسجين لبضع ثوان ، كاف في تسبب الموت اختناقاً . أما عدم توفر النيتروجين في التغذية النّباتية مثلاً فيضرّ النبات ، لكن عدم توفره كلياً يقضي على الكائن النباتي خلال بضعة أيام . فالعناصر الضرورية هي :

الكربون ـ الأوكسجين ـ الهيدروجين ـ النيتروجين ، ويليها أهمية : الفوسفور ـ الكبريت ـ المغنيسيوم ـ الحديد ، الصوديوم ـ الكالسيوم ـ البوتاسيوم ، وبعض العناصر الأخرى التي تدخل بنسب جد ضئيلة .

(٢) ماذا تعني المادة العضوية ؟

المادة العضوية هي من نتاج الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية . هذا التعريف قديم ، وأصبح بإمكان علماء الكيمياء تركيب المواد العضوية من عناصرها ، وقد كانت المادة الأولى المركبة كيماوياً هي اليوريا (Urea) ، وبصورة عامة أكثر مركبات الكربون هي مواد عضوية .

(٣) كيف تفسر نضوب مخزون المواد الكيماوية في سطح الكرة الأرضيّة ؟

إن المواد الكيماوية تتجدد دوماً بالدورات الطبيعية للمادة ولا تفنى .

(٤) ما هو دور الأنزيمات في تحويل المواد الكيماوية الممتصّة ؟

كل كائن حي له أنزيمات خاصة يمكننا تعيين تأثيرها كالآتي :

أ) الأنزيمات المساعدة على تجزئة الأغذية الممتصّة .

ب) الأنزيمات التي تساعد على تركيب مواد جديدة .

فأنزيمات الهضم مثلاً ، تجزّيء الأطعمة إلى مركّبات بسيطة ، بينما تسهّل إنزيمات أُخرى استخدام هذه المركبات البسيطة من قبل الأنسجة (tissues) .

(٥) كيف تُسهم الدورات الطبيعية للعناصر المادية في جعل التوازن الطبيعي مستمراً ومستقراً ؟

تسهم الدورات الطبيعية للعناصر الكيماوية بجعل التوازن الطبيعي في حالة استقرار ، مثلاً عندما تتراكم كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون في الجو ، مما يؤثر على الحياة النباتية والحيوانية (لُوحظ أن الحد الأقصى لشدة التركيب الضوئي (Intensity of photosynthesis) يتم بلوغه عندما تصبح نسبة ثاني أوكسيد الكاربون اكثر (٥ ٪) وبعدها تَضْعُف هذه الشدة ثم تضمحل) .

وفي هذا المجال تلعب مياه البحار والمحيطات دور الميزان حيث تمتص الكميات الإضافية في هذا الغاز فتنحل الصخور الكلسية (كاربونات الكالسيوم CaCO3) مولدة مركباً قابلاً للإذابة ، هو هيدوجينوكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ ، وعندما تنقص نسبة هذا الغاز في الجو يحدث التفاعل المعاكس الذي يرسب كربونات الكالسيوم ويطرح ثاني أوكسيد الكاربون في الجو . ويبرز ذلك في التفاعل التالي :

$$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} \underbrace{Ca^{++} + 2HCO_3^-}_{\text{أيونات هيدوجينوكربونات الكالسيوم}}$$

(٦) أين نجد الكربون في الطبيعة ؟

أ) في الهواء الجوي بشكل مركب ثاني أوكسيد الكربون بنسبة (٠،٠٣ ٪) حجمياً ، ومنحلاً في مياه البحار والبحيرات والأنهار .

ب) في الكائنات الحية وكل المركبات العضوية) جزيئات الكربوهيدرات) الدهون (البروتينات) .

ج) في الصخور الكلسية .

(٧) أذكر مختلف مصادر أوكسيد الكربون :

الاحتراق والحرائق – التنفس الحيواني والنباتي – الاختمارات – انحلال وتفسّخ الأجسام الميتة .

(٨) هل يمكن لجسم حيّ أن يحيا دون أوكسجين ؟

إن وجود الأوكسجين أساسي لاستمرارية الحياة لأنه يدخل في وظيفة حيوية هي التنفس .

وبالنسبة للكائنات المائيّة ، كالنبـــات مثلاً ، يشكّل الأوكسجين **عاملاً حدياً** (Limiting factor) ، أي مانعاً لاستمرارية الحياة .

(٩) هل تعتبر البكتريات والفطريات المفككة للجثث نافعة أم ضارة للإنســـان ؟

إن وجود هذه البكتريات والفطريات نافع جداً للوجـــود البشري . لأنه بدونها تتراكم الجثث والبقايا التالفة من حيوان ونبات مما يجعل استمرارية الحياة معدومة .

(١٠) ما هي أهمية حراثة التربـــة ؟

تهدف حراثة التربة لتهوئتها بإدخال الأوكسجين والنيتروجين إليها . وتسهم دودة الأرض (Lombric-Lumbric) بالتهوئة أيضاً ولها دور نافع في الزراعة .

خامساً – توجيهات تربوية :

الدرس الأول :

(١) على المدرِّس أن يستذكر مع الطلبة تركيب المادة الحية ويعرف من جديد الكائنات المنتجة والمستهلكة والمفكّكة .

(٢) التأكيد على العلاقات بين صنوف هذه الكائنات وترابطها .

(٣) التركيز على أن التربة هي الخزّان الرئيسي للمركبات الكيماوية وفيها عناصر حية (الفطريات – البكتريات) .

(٤) العلاقة بين المادة العضوية والمادة اللاعضوية (مبدأ الدورة) .

(٥) أهمية الدورات في تأمين التوازن الطبيعي .

(٦) الإجابة عن الأسئلة (من ١ إلى ٥) .

(٧) الشروع بالنشاط (٢ – أ) .

الدرس الثاني :

(١) التركيز على نسبة غاز ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الجوي (٠.٠٣ ٪ حجمياً) وثبات هذه النسبة بينما وجود الكربون في سيتوبلاسم (Cytoplasm) الخلية يبلغ (٢١ ٪) .

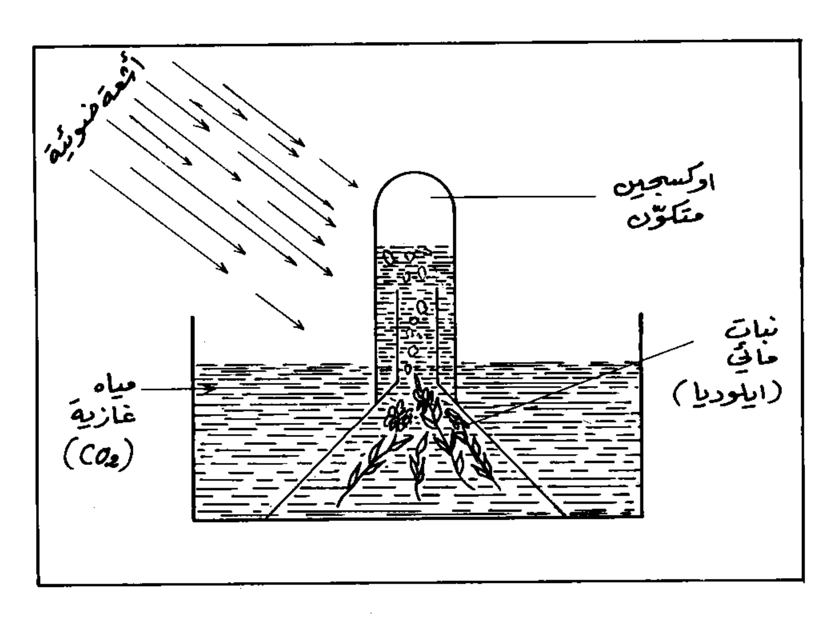
(٢) إن استخدام المركّبات العضوية من قبل الجسم وحرقها بغية توفر الطاقة الضرورية للحياة . يشبه تموين المحرك بالوقود .

(٣) مشاهدة نتيجة النشاط (٢ – أ) وحدوث الترسب وتعكر صفو رائق الكلس . تعليل ذلك .

(٤) إدراك مصادر ثاني أوكسيد الكربون (التنفس – الاختمار –

الاحتراق) إجراء تجارب مشابهة مع رائق الكلس .

(٥) استئثار النباتات الخضراء بثاني أوكسيد الكربون بغية تركيب المادة العضوية (يمكن إجراء تجارب على نباتات مائية موضوعة في آنية فيها مياه غازية غنية بثاني أوكسيد الكربون وتعريضها للضوء الاصطناعي ، ومشاهدة فقاقيع الأوكسجين التي يمكن حصرها في قمع يعلو ماء الوعاء الذي يحوي نباتات مائية :



(٦) إن المادة النباتية ضرورية لتغذية الحيوانات المستهلكة الأولية المقام، ولغذاء الإنسان (قمة الهرم الغذائي) .

(٧) الحيوانات وكل الكائنات الحية تطرح ثاني أوكسيد الكربون بعد التأكسدات الخلويّة ، وبذلك تُقفل دورة الكربون .

(٨) بينما يُقذَف ثاني أوكسيد الكربون خارجاً ويطرَح (الاحتراق –

التنفس – الاختمار) ويُمتَص الأوكسجين .

وتأتي الظاهرة العكسية في النباتات الخضراء المعرَّضة للضوء فعندها يمتصّ النبات ثاني أوكسيد الكربون ويطرح الأوكسجين (التركيب الضوئي) . وبذلك تُقفل دورة الأوكسجين بدورها .

(٩) يُشكّل الهيدروجين إحدى نفايات « الماكينة الخُلويّة » . فيطرح خارج الخلايا مما يستوجب اندغامه مع الأوكسجين النافذ بالتنفس الشيء الذي يكوّن الماء التي تُطرح بفعل النتح النباتي والتعرّق الحيواني والتنفس (هواء الزفير فيه بخار الماء) ، وبذلك تتداخل دورة الماء مع دورة العناصر الآنفة الذكر .

(١٠) عندها تُجرى النشاطات (٢ – ب) ويجاب على الأسئلة (٦ ، ٧ ، ٨).

الدرس الثـــالث :

(١) يُشرَع بتسخين التربة في النشاط (٢ – ج) .

(٢) تُحضَر النباتات حيث تُقتَلَع من جذورها بعد ري التربة (فول ، عدس ، فاصوليا ، برسيم) .

(٣) مصادر النيـــتروجين .

(٤) يركز على أن النباتات الخضراء لا تستطيع امتصاص النيتروجين إلاّ بشكل أملاح .

(٥) يُستعرَض دور البكتريا في التربة .

(٦) تجرى التجربة أو النشاط الذي يدلّ على وجود البكتريا في التربة (تصعد المياه الملوّنة) .

(٧) يُجابُ عـــلى الأسئلة (٩ – ١٠) .



خـــاتـــمة

أولاً ــ مشكلة الانفجار السكاني ومصادر التغذية :

لم يكن يتجاوز تعداد سكان الأرض في عهد الامبراطورية الرومانية الـ (٦٠) مليوناً من الأشخاص .

فإذا قابلنا هذا الرقم بالعدد الحالي الذي يفوق الثلاثة آلاف مليون شخص ، وإذا خمّنا أنه في عام (٢٠٠٠) سيصبح تعداد البشرية أكثر من (٦) مليارات أو (٧) مليارات . نتيقّن سبب التشاؤم السائد لهذه الزيادة الهائلة في عدد السكان . والأخطار الناجمة عن ذلك في نقص الغذاء المتزايد وزيادة نسبة تلوّث الماء والهواء (النفايات ، الغازات السامة المنبعثة من المعامل والسيارات والطائرات) .

والسبب المباشر لهذا الانفجار السكاني ناتجٌ عن الانخفاض الهائل في وفيات الأطفال نظراً لتقدّم العلوم الطبية وتوفر العلاج الصحيح لكثير من الأمراض المستوطنة (البلهارزيا في مصر مثلاً) والوبائية السريعة الانتشار (الجدري ــ الحمّيات المتنوّعة) .

ويقابل هذه الزيادة الهائلة في تعـــداد السكان النقص المتزايد في مساحات الأرض المزروعة المحدودة السعة (لا تتجاوز (٦) مليارات هكتار في الكرة الأرضية كلها) إلى جانب النفاذ التدريجي لمصادر الطاقة (النفط — الفحم) وخامات المواد الأولية .

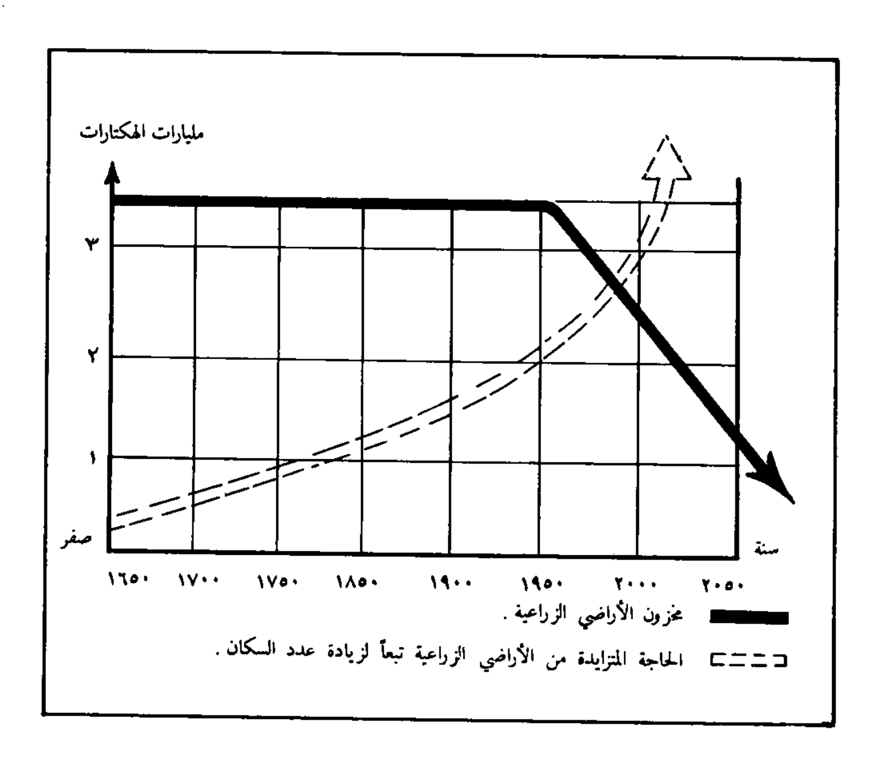
لهذا كان التفكير الدائب والبحث العلمي لإيجاد مصادر أخرى للطاقة مثل استغلال الطاقة الشمسية ، وهو موضوع هذه الوحدة ، واستغلال المحيطات والبحيرات تأميناً لمصادر جديدة من الغذاء .

وقد حصل ذلك فعلاً بشكل تجريبي في الولايات المتحدة الأميركية لاستغلال واستنبات حقول في مياه المحيطات مصدر الكائنات المنتجة ، ولا يخفى علينا بأن المحيطات تشكل حوالي ثلاثة أرباع مساحة سطح الكرة الحياتية (Biosphere) .

هذا إلى جانب الأبحاث المستمرة في حقل استغلال الطاقة الشمسيّة كما هي الحال اليوم في مصر (أغراض تسخين المياه بواسطة سطوح منحنية تعكس الأشعة الضوئية ، كما هو الحال في حلوان قرب القاهرة ،

وتخزين الطاقة الشمسية في « بطاريات » تستخدم في حقل استكشاف الفضاء ودفع صواريخ الاستكشاف في رحلات الفضاء في البلدان المتقدمة ويعود فضل هذا الاكتشاف إلى العالِم اللبناني العربي حسن كامل الصبّاح الذي وُلد في النبطية في جنوبي لبنان.

وتبرز الصورة البيانية التالية الخطر الأكيد من نفاذ مخزون الأراضي الزراعية المنتجة للغذاء تمشياً مع زيادة عدد السكان بصورة اضطرادية :



ثانياً ـ الانفجار السكاني والتلوّث :

إن الزيادة الهائلة وغير المتوازنة في عدد السكان تؤثر حتماً على التوازن الطبيعي وعلى استمرارية الحياة البشرية نفسها .

فالعدد المتزايد دوماً من البشر يتطلّب إنتاجاً متزايداً من الأغذية والمنتجات الزراعية . الشيء الذي يستدعي استغلال الأراضي الزراعية أكثر فأكثر . وينتج من الإفراط في استغلال التربة الزراعية نفاد العناصر الكيماوية الضرورية في أية عملية استزراع . مما يوجب اللجوء إلى استخدام مخصبات كيماوية . وكذلك لحماية الغلال من الآفات الزراعية . يتوجب علينا اللجوء إلى المبيدات الحشرية (Pesticides) .

هذا بالإضافة إلى أن النفايات الكيماوية (مثل الـ د.د.ت.) في التربة حيث قد تنقلها مياه الأمطار إلى الأنهــار والبحيرات والبحار حيث يحدث الاختناق التدريجي للكائنات المائية بفضل نقص الأوكسجين الناتج عن استخدامه من البكتريات في أغراضها التحليلية .

وبذلك تتهدّد الكائنات المنتجة في المحيطات . وهي من البلنكتونات النباتية ، بالانقراضِ التدريجي وتُشكّل حلقة هامة في سلاسل الغذاء ، الشيء الذي يُهدّد استمرارية الحياة وانقراضها التدريجي — تبعاً لزيادة الملوّثات وتراكمها في هذه المنظومة البيئية الضخمة (Macro Ecosystem) (مياه البحار والمحيطات) وتأتي الملوثات النفطية الناتجة من تلوّث مياه البحر بالبترول المتسرِّب من الناقلات الضخمة التي أصبحت « سمة العصر » ، فتزيد من الأخطار الناجمة في انطفاء الحيــاة والاختناق التدريجي .

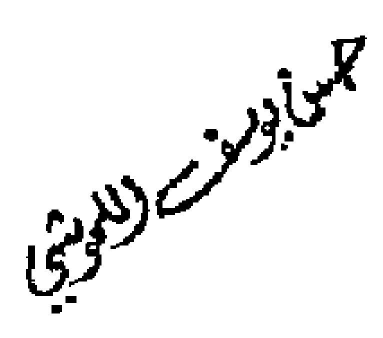
هذا بالإضافة إلى تلوّث الهواء الجوي بالغازات السامة المنبعثة من المصانع والسيارات والتلوّث بالضجيج في المدن المكتظــة بالسكان (Noise pollution. Pollution due aux bruits) الذي يؤثر عــلى استمرارية الحياة البشرية (نذكر اختناق آلاف الأشخاص وموتهم في إحدى المدن الأميركية في أواخر الأربعينات) .

ومثال سحب الدخان (Smog) السوداء في مدينة لوس انجلوس (Los Angelos) الأميركية خير مثال على التلوّث الجوي الخطير النــاتج .

وفي شوارع مدينة باريس ، أشجار تزيينية « امتنعت » عن الأزهار اليوم بينما أزهرت بين أعوام (١٩٣٩ — ١٩٤٤) بفضــل نقص الملوثات الهوائية إبّان الحرب العالمية .

ويبرز من هذه الوقائع المثيرة الخطر المحدق باستمرارية الحياة على سطح الكرة الأرضية حين أسهم الإنسان والتقــدم التكنولوجي في « الاختناق التدريجي » بإذكاء سعير هذه النار التي أشعلت لتسهيل الأمور المعيشية . وسيكون الإنسان كغيره من الكائنات الحيّة وقوداً لها إذا استمرّ في استغلال الطبيعة بشكل غير عقلاني ، حيث يكون ضحية التلوّث ، وهي مشكلة العصر الأكثر بروزاً .

المحتويات



الكتب الصادرة عن المعهد تعبّر عن آراء مؤلفيها

حسن يوسف اللويبي

حسن يوسف اللويبي

حسن يوسف اللويبي

حسن يوسف اللويبي

٤ ليرات لبنانية
أو ٤٠٠ درهم ليبي
أو ما يعادلهما